

**LWF**

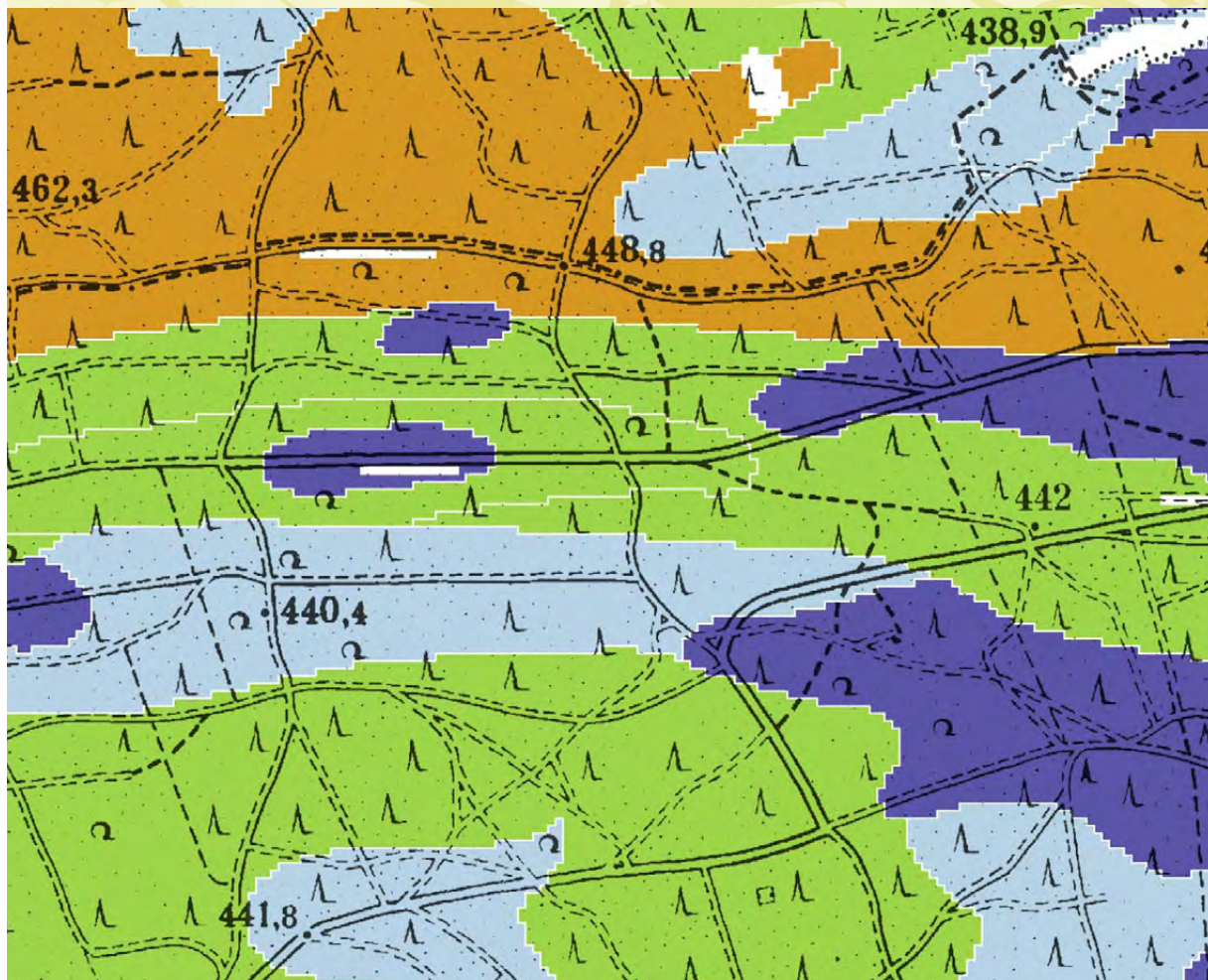
**aktuell**

**94**

mit *Waldforschung aktuell* 53 | 2013

## **Waldstandorte erfassen, beschreiben, bewerten**

BAYERISCHE  
FORSTVERWALTUNG



## 4 Karten für die Zukunft



Mit dem neuen »Standortinformationssystem« stehen den Beratungsförstern zahlreiche Themenkarten zur Verfügung. Damit kann der Waldbesitzer die für ihn richtigen Baumarten vor dem Hintergrund des Klimawandels ermitteln.

## 27 Erfolgreiches »Waldbautraining«



Mit der Neuorganisation der Forstverwaltung mussten neue Wege in der waldbaulichen Wissensvermittlung für die Förster an den Ämtern gefunden werden. Vier Jahre Waldbautraining bestätigen den eingeschlagenen Weg.

## 34 Da war der Sturm drin!



20 Jahre lang wurde die Entwicklung der Waldverjüngung auf Sturmflächen in den Alpen beobachtet. Großen Einfluss hat die Hangneigung. Für die Verjüngung sind Nord- und Südhang verschiedene Welten.

Fotos: (v.o.) W. Rothkegel, A. Wörle

## WALDSTANDORTE

Das bayerische Standortinformationssystem Josefine Beck und Christian Kölling	4
Bäume für die Zukunft: Baumartenwahl auf wissenschaftlicher Grundlage Wolfgang Falk, Karl Mellert, Ute Bachmann-Gigl und Christian Kölling	8
Wasser, Luft und Nährstoffe – alles, was ein Baum zum Leben braucht Sebastian Osenstetter, Wolfgang Falk, Birgit Reger und Josefine Beck	12
Stoffeinträge sind ein Standortfaktor Stephan Raspe, Hans-Peter Dietrich und Lothar Zimmermann	18

## SAAT UND PFLANZEN

Wildapfel – Baum des Jahres Gerhard Huber und Andreas Wurm	23
Kurzberichte	24

## WALDFORSCHUNG AKTUELL

Vier Jahre Waldbautraining Wolfram Rothkegel und Ottmar Ruppert	27
Nachrichten und Veranstaltungen	29

## AUS DEN WALDKLIMASTATIONEN

WKS-Witterungs- und Bodenfeuchtereport: Viel zu wenig Sonne	32
---	----

## WALD-WISSENSCHAFT-PRAXIS

Da war der Sturm drin! Joachim Stiegler und Franz Binder	34
Wachstum der Fichte im bayerischen Alpenraum Jörg Ewald und Karl Mellert	39
Flechten in den Naturwaldreservaten Bayerns Andreas Kuhn, Johannes Bradtka und Markus Blaschke	42

## KURZ & BÜNDIG

Nachrichten	45
Impressum	47

**Titelseite:** Die Anbaurisikoarte ist eine von mehreren Themenkarten, die aus dem bayerischen Standortinformationssystem abgerufen werden kann. Als Beratungshilfe wird die Anbaurisikoarte in Zukunft eine große Rolle spielen.

Datengrundlage Grafik: Bayerische Vermessungsverwaltung



Liebe Leserinnen und Leser,

kaum ein anderer Wirtschaftsbereich ist so abhängig von den Umweltfaktoren Boden und Klima wie die Forstwirtschaft. Hier findet alles unter freiem Himmel statt. Die Eigenschaften von Boden und Klima wirken sich als Umgebung und als das Wachstum bestimmende Ressourcen unmittelbar auf den Wald und seine Produktivität aus. Der Produktionsfaktor Boden war schon seit dem Bestehen forstwissenschaftlicher Einrichtungen Gegenstand intensiver Forschungen. Als im Jahr 1881 die Forstliche Forschungsanstalt – die Vorgängerin der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft – gegründet wurde, wurde dort auch eine bodenkundlich-meteorologische Abteilung unter der Leitung von Ernst Wilhelm Ebermayer eingerichtet. Das wohl für die Forstpraxis wichtigste Ergebnis bodenkundlicher Forschung war die Standortskarte. Untersuchungen über die Wirkungen des Klimas auf die Wälder spielten in der Vergangenheit dem gegenüber eine eher untergeordnete Rolle. Im Hinblick auf die Bedrohungen unseres Waldes hinsichtlich des Klimawandels aber hat das Klima als neben dem Boden weiterer wichtiger Standortfaktor in den letzten Jahren eine erhöhte Beachtung erfahren. Die »alte« Standortskarte als wichtigstes Hilfsmittel der Förster und Waldbesitzer wird den neuen unvorhergesehen Veränderungen der Standortqualität nicht mehr gerecht, Provisorien wie die Klima-Risikokarten der LWF sollten durch bessere Produkte abgelöst werden. Daher wurde an der LWF in mehrjährigen Projektarbeiten – zum Beispiel »Karten für die Zukunft« und »Bäume für die Zukunft« – ein modernes und in die Zukunft gerichtetes Standortinformationssystem erarbeitet. Es ist bayernweit homogen und so flexibel gestaltet, dass man es schnell an neue Fragestellungen und Modelle anpassen kann. Mit seinen zahlreichen Themenkarten bietet nun die Bayerische Forstverwaltung ihren Försterinnen und Förstern ein wichtiges Hilfsmittel für eine zukunftsorientierte Beratung ihrer Waldbesitzer.

**Sie finden  
Nachhaltigkeit  
modern?**

**Wir auch –  
seit 300 Jahren.**

**FORSTWIRTSCHAFT  
IN DEUTSCHLAND**  
Vorausschauend aus Tradition

Ihr

Olaf Schmidt

# Das bayerische Standortinformationssystem

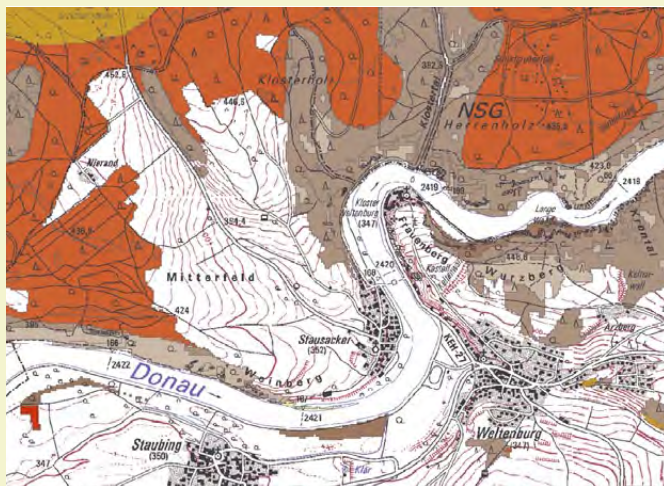
Das neue Standortinformationssystem mit seinen zahlreichen Themenkarten ist ein wichtiges Hilfsmittel für die Beratung der Waldbesitzer

Josefine Beck und Christian Kölling

Das Projekt »Karten für die Zukunft« ist abgeschlossen. Damit stehen für die Bayerische Forstverwaltung nun neben neuen Anbaurisikokarten für 21 Baumarten auch viele weitere Informationen rund um das Thema Standort erstmals in einem digitalen System bereit. Gerade beginnen an den Ämtern für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten die Schulungen für das Standortinformationssystem. Ab Anfang Juni wird es den Försterinnen und Förstern der Forstverwaltung als neues Beratungswerkzeug zur Verfügung gestellt. Auch die Forstlichen Zusammenschlüsse werden in der Folge detailliert informiert. Das Standortinformationssystem hilft, Chancen und Risiken bei der Zusammenstellung klimaangepasster Baumartenportfolios im Rahmen der Beratung gegeneinander abzuwägen. Als Expertensystem nimmt es dabei keine Entscheidungen vorweg, sondern liefert Grundlagen für eine durch Informationen abgesicherte Beratung des Waldbesitzers. Eine zentrale Frage der Forstbetriebe steht dabei im Fokus: Welche Baumartenmischung birgt im Hinblick auf den Klimawandel das geringste Betriebsrisiko und kommt mit den Standortsbedingungen der Zukunft am besten zurecht?

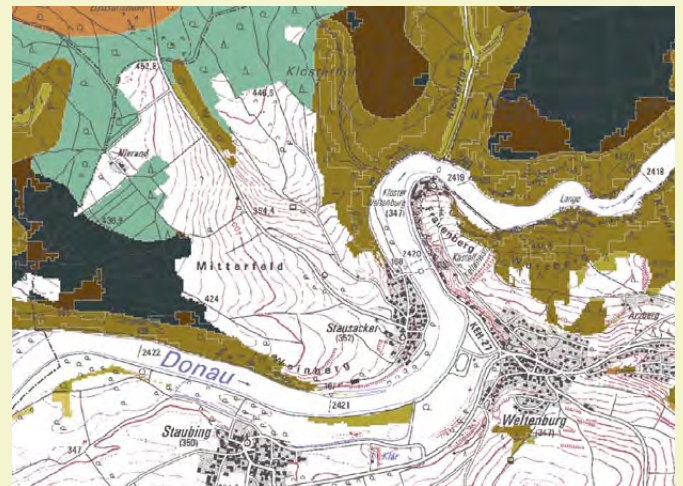
Das Standortinformationssystem ist eine komplexe Zusammenstellung von Flächen- und Sachinformationen zu den Themen Baumartenwahl, Boden und Klima. Es baut auf verfügbaren und belastbaren Daten zu Bodeneigenschaften, Geologie, Vegetation, Klima etc. auf, die zum Teil in umfangreiche Modelle Eingang gefunden haben. Die Rechenvorschriften sind entsprechend hinterlegt, so dass bei Änderungen der Datenbasis und neuen Erkenntnissen, zum Beispiel über die weitere Ent-

wicklung des Klimas, Neuberechnungen möglich sind. Dieses Prinzip eines lernenden Systems verschafft eine große Flexibilität und ist ein Hilfsmittel, das bei entsprechender Betreuung stets auf dem aktuellsten Stand der Wissenschaft und Technik ist. Für die Anwendung als Beratungswerkzeug ist es in mehreren Schichten mit zunehmender Informationstiefe aufgebaut. Je nach Bedarf können regionale Übersichten oder Details am gewählten Standpunkt abgerufen werden. Die De-



- |  |  |
|--|--|
| Lehm, trocken/mäßig trocken                          | Feinlehm/Schlufflehm/Schluff, frisch/hangwasserzäßig     |
| Lehm, mäßig-/ziemlich frisch                         | Milder Ton/Kalkverwitterungslehm, trocken/mäßig trocken  |
| Lehm, frisch/hangwasserzäßig                         | Milder Ton/Kalkverwitterungslehm, mäßig-/ziemlich frisch |
| Feinlehm/Schlufflehm/Schluff, trocken/mäßig trocken  | Milder Ton/Kalkverwitterungslehm, frisch/hangwasserzäßig |
| Feinlehm/Schlufflehm/Schluff, mäßig-/ziemlich frisch |  |

Abbildung 1: Beispiel der »Standortübersichtskarte«. Die Legende lehnt sich an die bekannte ökologische Standortklassifikation und an das Legendensystem der BaySF an.



- |                            |                               |
|----------------------------|-------------------------------|
| Sande                      | Schluffe z.T. mit Deckschicht |
| Sande z.T. mit Deckschicht | Schluffe mit Deckschicht      |
| Sande mit Deckschicht      | Ton                           |
| Lehme                      | Ton z.T. mit Deckschicht      |
| Lehme z.T. mit Deckschicht | Ton mit Deckschicht           |
| Lehme mit Deckschicht      | keine Angabe                  |
| Schluffe                   |                               |

Abbildung 2: Beispiel der »Bodenart«-Karte

tailschärfe hängt dabei von den Eingangsdaten ab, die in einem Maßstab zwischen 1:10.000 und 1:25.000 erfasst wurden. Dies betrifft nicht nur die Angaben zum Anbaurisiko, sondern auch die Bodeninformationen.

**Dargestellte Flächeninformation**

Das digitale Standortinformationssystem an den Ämtern für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (ÄELF) ermöglicht es, vor Ort in kurzer Zeit viele unterschiedliche Flächeninformationen zu einem Flurstück oder auch zu einer Region zu recherchieren, anzuzeigen und auszuwerten. Der Stapel an Themenkarten umfasst folgende Karten:

- Standörtliches Anbaurisiko – Boden & Klima
- Standortübersichtskarte (STUEK)
- Kalkung
- Bodenart und Bodenart Deckschicht
- Fels, Block, Schutt
- Wasserhaushalt
- Basenausstattung

**Standörtliches Anbaurisiko – Boden & Klima**

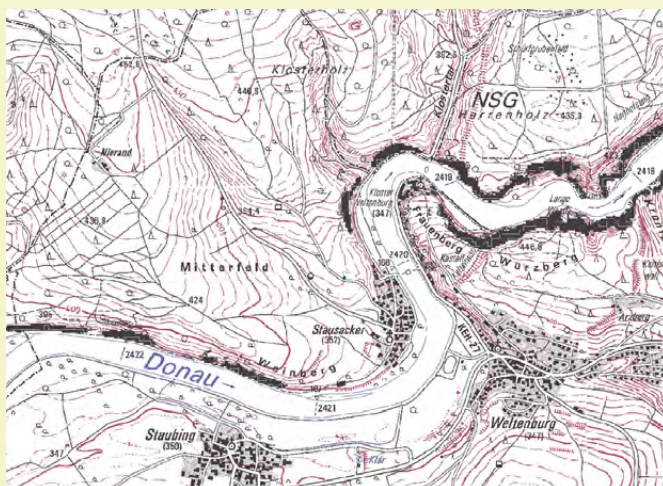
Das Thema »Standörtliches Anbaurisiko – Boden & Klima« wird für 21 Baumarten und die Szenarien 2000 sowie 2100 – für Fichte und Waldkiefer zusätzlich 2050 – dargestellt. Diese Karten berücksichtigen Klima- und Bodeninformationen und lösen die Klima-Risikokarten ab (siehe Falk et al. 2013).

**Standortübersicht (STUEK)**

Dieses Thema fasst die wichtigsten standörtlichen Eigenschaften (Substrat, Nährstoffausstattung, Wasserhaushalt) des Standortinformationssystems kartographisch zusammen (Abbildung 1). Die Standorte sind nach bayernweit einheitlichen Regeln zusammengefasst, die einerseits auf Analysewerte dem Standort entsprechender Bodenprofile und andererseits auf eine Reihung der Standorteigenschaften nach ihrer Bedeutung für die Baumartenwahl zurückgreifen. Die Legende lehnt sich an die bekannte ökologische Standortklassifikation und an das Legendensystem der Bayerischen Staatsforsten (BaySF) an. Trotz gewisser Ähnlichkeiten zur herkömmlichen Standortkarte sind die Flächenstücke der STUEK deutlich größer. Kleinräumige Besonderheiten (zum Beispiel lokale Vernässung, Tonlinsen etc.) werden häufig nicht erfasst. Daher sind in Ergänzung zum Standortinformationssystem die örtliche Erfahrung, eine Verprobung vor Ort und/oder der Blick auf die herkömmliche Standortkarte weiterhin sinnvoll und notwendig.

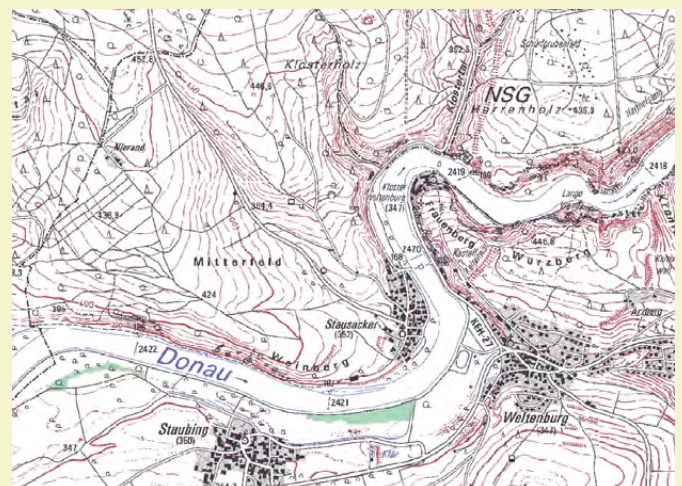
**Kalkung**

Dieses Thema ist eine Aktualisierung und Verfeinerung der bisherigen Kalkungskulisse von 2010 (Stetter 2010) auf Basis der neuen Standortinformationen.



■ Fels, Block, Schutt

Abbildung 3: Beispiel der »Fels, Block, Schutt«-Karte



■ geringer Einfluss, auf Teilfläche vorhanden  
 ■ geringer Einfluss, flächig vorhanden  
 ■ mittlerer Einfluss, auf Teilfläche vorhanden  
 ■ mittlerer Einfluss, flächig vorhanden  
 ■ starker Einfluss, auf Teilfläche vorhanden  
 ■ starker Einfluss, flächig vorhanden

Abbildung 4: Beispiel der »Grundfeuchte«-Karte

## Bodenart und Bodenart Deckschicht

Dieses Thema liefert Angaben zur Körnung und Schichtung der Böden (Abbildung 2). Die Einteilung des Feinbodens in Sande, Lehme, Schluffe und Tone erfolgt gemäß bodenkundlicher Kartieranleitung (Ad-hoc-AG Boden 2005) aus Ergebnissen der Körnungsanalysen zugehöriger Bodenprofile.

## Fels, Block, Schutt

Dieses Thema leitet sich aus der Übersichtsbodenkarte (ÜBK) des Bayerischen Landesamts für Umwelt (LfU) ab und wurde über Reliefdaten der Bayerischen Vermessungsverwaltung an steilen Hängen (35° Neigung) verfeinert (Abbildung 3).

## Wasserhaushalt

Das Thema »Wasserhaushalt« wird in vier Themenkarten (terrestrisches Bodenwasser, Lufthaushalt, Grundfeuchte und Moore) dargestellt. Das terrestrische Bodenwasser sowie der Lufthaushalt werden von Osenstetter et al. 2013 näher beschrieben. Die Grundfeuchte und Moore leiten sich ebenso wie die Karte zu Fels, Block und Schutt aus der Übersichtsbodenkarte ÜBK des Bayerischen Landesamtes für Umwelt ab. Die Karte zur Grundfeuchte stellt basierend auf dem mittleren Grundwasserstand dar, wo und in welchem Ausmaß mit oberflächennahem Grundwasser zu rechnen ist. An einigen Standorten treten grundfeuchte Böden nicht flächendeckend, sondern im kleinräumigen Wechsel mit terrestrischen oder staunassen Böden sowie Mooren auf, was durch eine Legenden-signatur »auf Teilfläche vorhanden« verdeutlicht wird (Abbildung 4). Die Moor-Karte unterscheidet Moore und Moorübergangstypen, wobei letztere eine Überdeckung mit Mineralboden von bis zu 40 cm aufweisen und somit eine Übergangsform zwischen Moor und Mineralboden bilden.

## Basenausstattung

Dieses Thema wird in sechs Klassen je nach Tiefenverlauf der Basensättigung beschrieben und reicht von sehr basenreich bis sehr basenarm (Osenstetter et al. 2013).

## Abrufbare Detailinformationen

Die Übersichtskarten und ausgewählte Karten mit jeweils einer bestimmten Information sind insbesondere geeignet, die Bedingungen in der Region oder auch überregional zu veranschaulichen. Sie sind alle bayernweit einheitlich klassifiziert und damit überregional verwendbar. Detailinformationen zu den unterschiedlichen Themen geben einen Einblick in die zugrunde liegenden Daten. Die damit erreichte Transparenz des Standortinformationssystems dient der Nachvollziehbarkeit von Klasseneinteilungen und beantwortet Fragen unter anderem nach der Anzahl der eingehenden Mess- oder Modelldaten und deren Schwankungsbereiche. Es können folgende Detailinformationen zum Thema Standort abgerufen werden:

- Anbaurisiko (Falk et al. 2013)
- Bodenart: Die Detailinformation zeigt die Körnungsverteilung im Feinboden (Sand, Schluff, Ton) des Substrats, gegebenenfalls auch der Deckschicht. Außerdem liefert die De-

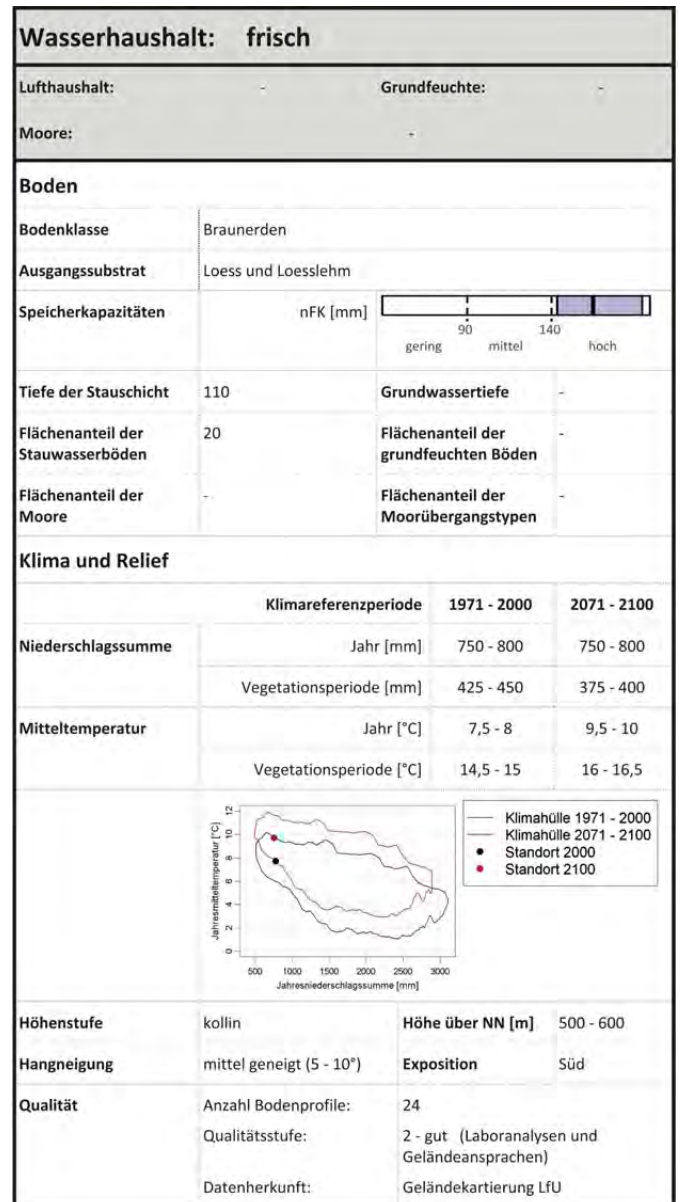


Abbildung 5: Beispiel einer Detailinformation zum Wasserhaushalt

tailinformation Angaben zur Grobbodenart (Kies, Grus, Geröll, Schutt).

- Wasserhaushalt: Die Detailinformation stellt die Angaben aus den vier Karten zu terrestrischem Bodenwasser, Lufthaushalt, Grundfeuchte und Mooren noch einmal übersichtlich zusammen und liefert Prozentangaben zu Flächenanteilen, auf denen zum Beispiel Grundfeuchte auftreten kann. Ergänzt werden die Bodendaten mit Klima- und Reliefinformationen für den ausgewählten Standort. Beispielsweise wird der Standort im Kontext der aktuellen Klimahülle und einer für 2100 prognostizierten Klimahülle dargestellt (Abbildung 5).
- Basenausstattung: Die Detailinformation umfasst neben dem Basenverlaufstyp unter anderem Angaben zur Entkalkungstiefe, zum organischen Kohlenstoffvorrat, zur Basensättigung im Oberboden und zu Nährstoffvorräten.



Foto: W. Rothkegel

Abbildung 6: Geländetermine sind Teil der Schulungen des Standortinformationssystems

Bei allen Bodeninformationen werden übergeordnet die am Standort vorherrschende Bodenklasse und das Substrat mit angegeben.

### Anwender werden geschult

Die Daten werden aktuell an den Bayerischen Ämtern für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten verteilt und in einem weiteren Schritt auch den Selbsthilfeorganisationen der Waldbesitzer von der Bayerischen Forstverwaltung zur Verfügung gestellt. Gleichzeitig starten die Schulungen an den Ämtern für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten mit zwei parallel arbeitenden Teams. Schritt für Schritt werden darin die Neuerungen erklärt sowie Möglichkeiten und Grenzen des Systems vermittelt. Bei aller Wissenschaftlichkeit, belastbaren Datenquellen und intensiver Prüfung – auch durch mehrere Experten der Standortkunde – hat die Genauigkeit der Angaben ihre Grenzen und der Umgang mit Unsicherheiten (zum Beispiel bei Klimaprognosen) muss geschult werden. Ziel ist eine kompetente und auf allen verfügbaren Informationen basierende Beratung hin zu robusten Entscheidungen des Waldbesitzers, die auch dann Bestand haben, wenn sich einige der zugrunde liegenden Annahmen als falsch erweisen sollten. In die über das laufende Jahr stattfindenden Veranstaltungen fließen die Erfahrungen aus den Waldbautrainings und anderen bisherigen Schulungen an den Ämtern für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten ein. Die Schulungen werden an zwei Terminen pro Amtsbereich durchgeführt. Der erste Termin umfasst schwerpunktmäßig die Theorie und den Umgang mit den Daten im Geländecomputer (Toughbook) und der zweite besonders die Anwendungspraxis vor Ort im Bestand (Abbildung 6). Zusätzlich liefern Metadaten, die zu den Themen und Detailinformationen des Standortinformationssystems abrufbar sind, wichtige Hintergrundinformationen zur Anwendung und Interpretation.

### Literatur

Ad-hoc-AG Boden (2005): *Bodenkundliche Kartieranleitung*. 5. Aufl., Hannover, 438 S.

Beck, J.; Dietz, E.; Falk, W. (2012): *Digitales Standortinformationssystem für Bayern*. LWF aktuell 87, S. 20–23

Falk, W.; Mellert, K.; Bachmann-Gigl, U.; Kölling, C. (2013): *Bäume für die Zukunft: Baumartenwahl auf wissenschaftlicher Grundlage*. LWF aktuell 94, in dieser Ausgabe

Osenstetter, S.; Falk, W.; Reger, B.; Beck, J. (2013): *Wasser, Luft und Nährstoffe – alles, was ein Baum zum Leben braucht*. LWF aktuell 94, in dieser Ausgabe

Stetter, U. (2010): *Bodenschutzkalkung? Fraget die Bäume...* LWF aktuell 78, S. 25–27

Josefine Beck war Leiterin des Projekts »Karten für die Zukunft« an der Abteilung »Boden und Klima« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. Dr. Christian Kölling leitet diese Abteilung. [Christian.Koelling@lwf.bayern.de](mailto:Christian.Koelling@lwf.bayern.de)

### Beratungsziel »Mischwald«

Mischwald als Beratungsziel? Was sich auf den ersten Blick wie eine Binsenweisheit anhört, muss bei genauerem Hinsehen feiner differenziert werden. Denn Ziel des Waldgesetzes für Bayern ist es, einen standortsgemäßen und möglichst naturnahen Zustand des Waldes zu bewahren oder wiederherzustellen. Im Blickfeld einer naturnahen Forstwirtschaft stehen somit nicht isoliert die einzelnen Baumarten, sondern das mögliche Zusammenspiel aller standortsgemäßen Nadel- und Laubbäume zu gemischten, klimatoleranten und zukunftsfähigen Waldbeständen.

Bei zahlreichen heimischen Baumarten wird künftig in weiten Teilen Bayerns das Anbaurisiko deutlich höher sein als heute. Besonders unsere wichtigsten Baumarten Fichte und Kiefer stehen hier im Fokus. Dies bedeutet jedoch nicht, dass Waldbesitzern von diesen Baumarten von vorne herein abzuraten ist. Denn entscheidend ist zum einen nicht das Risiko der einzelnen Baumarten, sondern von ganzen Waldbeständen. Zum anderen müssen in die Risikobewertung auch der jeweilige Mischungsanteil und die Mischungsform einbezogen werden. Auch stabilisierende Bestandespflege, sowie rechtzeitiger Beginn der Verjüngung und gegebenenfalls die Anpassung der Umtriebszeit können durchaus das Risiko für spätere kalamitätsbedingte Ausfälle ausreichend begrenzen. Sach- und situationsgerechte Risikoanalyse der möglichen künftigen Waldbestände ist daher das Gebot der Stunde und nicht vereinfachendes Schwarz-Weiß-Urteil über einzelne Baumarten. Hierbei kann das neue Standortinformationssystem einen wichtigen Beitrag liefern.

Franz Brosinger und Urban Treutlein, StMELF

# Bäume für die Zukunft: Baumartenwahl auf wissenschaftlicher Grundlage

Anbaurisikokarten jetzt um Boden- und Reliefparameter ergänzt

Wolfgang Falk, Karl Mellert, Ute Bachmann-Gigl und Christian Kölling

**Die Forstwirtschaft kann auf den Klimawandel vor allem durch die Schaffung klimatoleranter Mischbestände mit der Einbringung angepasster Baumarten reagieren. Die bisherigen provisorischen Klima-Risikokarten der Forstverwaltung wurden umfassend überarbeitet und um Boden- und Reliefparameter ergänzt. Die neuen Karten enthalten Anbaurisiko-Einschätzungen für 21 Baumarten. Mit den neuen Karten verfügt die Forstverwaltung über ein hochwertiges Beratungsinstrument, das die Beratung der Waldbesitzer und deren letztendliche Eigentümerentscheidung im klimagerechten Waldumbau auf eine neue wissenschaftliche Basis stellt.**

Die Forstwirtschaft ist wie kaum ein anderer Wirtschaftszweig von Umweltbedingungen abhängig, daher ist sie auch von einer Klimaerwärmung stärker als andere Wirtschaftszweige betroffen. Das schon von Wilhelm Pfeil (1783–1859) formulierte »eiserne Gesetz des Örtlichen«, nachdem der Standort entscheidend für den waldbaulichen Erfolg ist, behält seine Gültigkeit auch unter sich ändernden Klimabedingungen: Erfolgreich kann nur gewirtschaftet werden, wenn Standort und Ansprüche der Baumart über die gesamte Umtriebszeit – und sofern die Naturverjüngung genutzt werden soll auch darüber hinaus – zusammenpassen. Daher ist es notwendig, abzuschätzen, ob angesichts der prognostizierten Erwärmung die vorhandenen oder geplanten Baumarten noch zum Standort passen. Andernfalls steigt das Anbau-Risiko vor allem aufgrund von Dürre- und Hitzeschäden oder Schädlingsbefall stark an.

Aus der heutigen Verbreitung der Baumarten lassen sich Regeln ableiten, die voraussichtlich auch künftig gelten werden. Da wir nicht direkt in die Zukunft schauen können, er-

folgt der »Blick« in eine wärmere Zukunft dadurch, dass eine heute schon wärmere Region betrachtet wird (»Raum-für-Zeit«-Ansatz). Wenn für Bayern eine Erwärmung von ungefähr 2 °C bis zum Ende des Jahrhunderts vorhergesagt wird (optimistisches Szenario B1, Spekat et al. 2007), muss überprüft werden, wo in Europa heute schon diese Bedingungen bestehen und ob die betrachtete Baumart dort zurechtkommt. Ein exakt übereinstimmendes Klima wird man dabei zwar nicht immer finden, dennoch ist der Zusammenhang meist sehr klar und die klimatischen Verbreitungsgrenzen werden deutlich.

## Baumartenverbreitungsmodelle

Technisch wird der oben beschriebene Ansatz mit Hilfe von Artverbreitungsmodellen (Franklin 2009; Falk und Mellert 2011) realisiert. Dazu werden Inventurdatensätze (Abbildung 1) wie die Europäische Kronenzustandserhebung (Level I) oder die bayerischen Bundeswaldinventur (BWI)-Daten verwendet und an jedem Inventurpunkt das Vorkommen oder Fehlen einer Baumart festgestellt. Um das Verbreitungspotenzial der Baumarten zu beschreiben, wurden die Inventurdaten um Experteneinschätzungen bezüglich der Verbreitung ergänzt. Für die europäischen Daten wurden Vegetationskarten (Bohn et al. 2003) verwendet und an den bayerischen BWI-Traktecken Erkenntnisse zur potenziell natürlichen Vegetation herangezogen (Walentowski et al. 2001). Das Expertenwissen korrigiert also das Fehlen einer Baumart im Datensatz dort, wo es auf menschlichen Einfluss (Forstwirtschaft) und nicht auf den Standort zurückgeht. Den Verbreitungsdaten werden anschließend Umweltdaten, wie Temperatur- und Niederschlagswerte, Angaben zum Boden wie beispielsweise Basensättigung oder nutzbare Feldkapazität, die das Wasserspeichervermögen eines Bodens beschreibt, angefügt. Diese Daten werden genutzt, um statistische Zusammenhänge zwischen dem Vorkommen der Baumarten und den am Ort des Vorkommens herrschenden Umweltbedingungen zu ermitteln. Im Projekt KLIP3 »Bäume für die Zukunft« wurden dafür besondere Regressionsmethoden benutzt, sogenannte generalisierte additive Modelle (GAM). Die Berechnung der Verbreitungsmodelle fand zum einen auf eu-

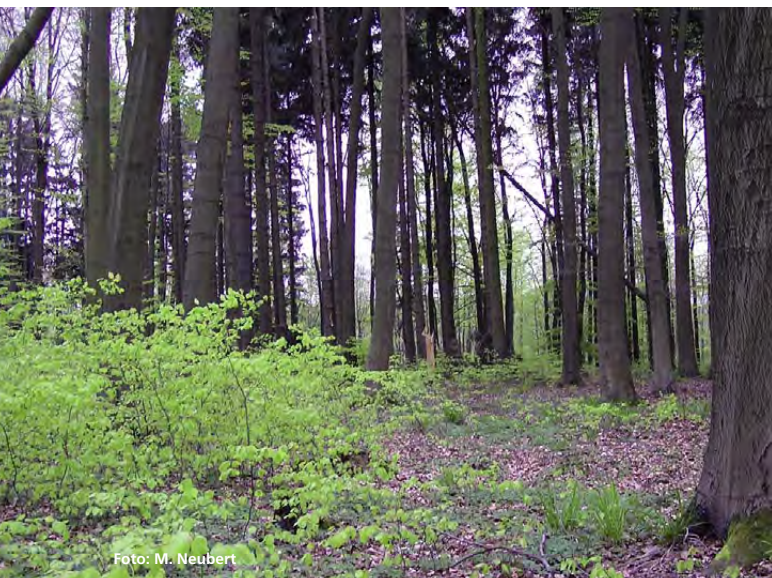


Foto: M. Neubert

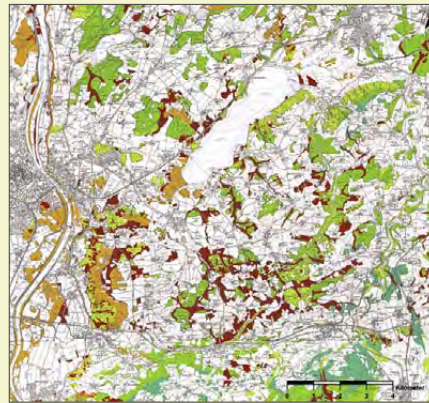
Abbildung 1: Sturmwurf gefährdeter Fichten-Buchenbestand an einer Traktecke der Bundeswaldinventur. Die Daten der zweiten Inventur sind Grundlage für die Modellierung.



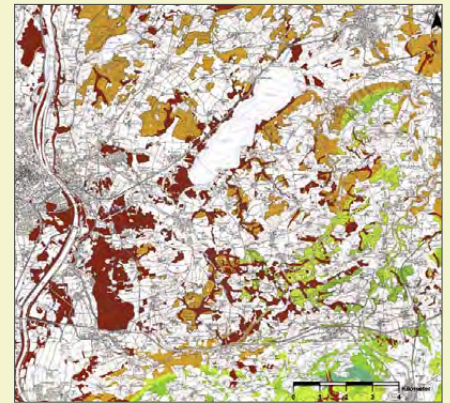
Bezugsperiode 1971–2000



Bezugsjahr 2050



Bezugsperiode 2071–2100

**Risiko-Klasse**

- sehr geringes Risiko (als führende Baumart möglich)
- geringes Risiko (als führende Baumart mit hohen Anteilen an Mischbaumarten möglich)
- erhöhtes Risiko (als Mischbaumart in mäßigen Anteilen möglich)
- hohes Risiko (als Mischbaumart in geringen Anteilen möglich)
- sehr hohes Risiko (als Mischbaumart in sehr geringen Anteilen möglich)

Abbildung 2: Anbaurisiko der Fichte in einem Ausschnitt östlich von Rosenheim. Die zeitliche Entwicklung des Anbaurisos ergibt sich aus Veränderungen der Temperatur- und Niederschlagsverteilung nach dem WETTREG B1-Szenario.

© Datengrundlage Topographische Karte: Bayerische Vermessungsverwaltung

ropäischer Ebene statt, um die gesamte Verbreitung aber auch den Verbreitungsrand einer Baumart in warmen Klimaregionen zu beschreiben. Zum anderen wurden Modelle mit bayerischen Daten erstellt, die eine höhere räumliche Auflösung und damit eine größere Genauigkeit haben. Die bayerischen Daten haben den Vorteil, dass sie im Gegensatz zu den europäischen Daten auch Boden- und Lageparameter enthalten, die in die Modelle integriert wurden. Am Ende wurden die beiden Modellergebnisse gewichtet verrechnet.

Die Modelle beschreiben die Vorkommens- oder Auftretenswahrscheinlichkeit einer Baumart an einem bestimmten Standort. Diese Wahrscheinlichkeiten wurden in ein Anbaurisiko übersetzt (Abbildung 2). Unter Standortbedingungen, bei denen es nach der Datenlage äußerst unwahrscheinlich ist, eine bestimmte Baumart anzutreffen, gehen wir davon aus, dass der Anbau der Art risikoreich ist und entsprechende Vorsorge getroffen werden muss.

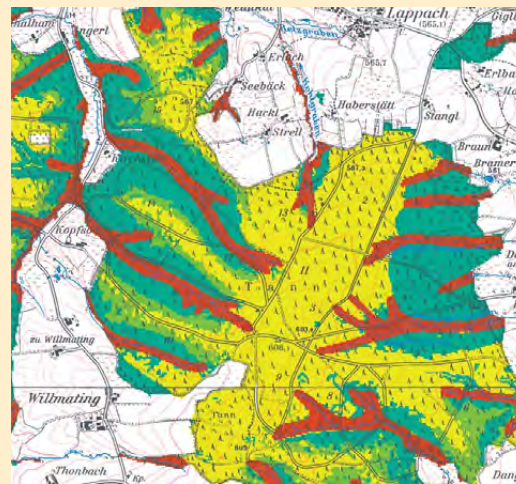
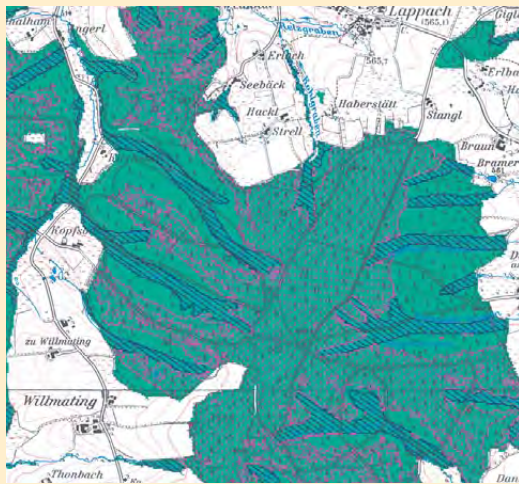
### Überprüfung im Gelände, Korrekturverfahren

Mit Hilfe der im Projekt KLIP4 »Karten für die Zukunft« erstellten und bayernweit flächig vorliegenden Standortinformationen (Osenstetter et al., S. 12–17 in diesem Heft) wurden die Modelle auf die gesamte Waldfläche Bayerns angewendet. Dabei wird aus der an jedem Waldort gegebenen Konstellation der Standortfaktoren (Klima und Boden) überprüft, wie wahrscheinlich dort das Auftreten der einzelnen Baumarten ist und welches Anbaurisiko damit gegeben ist. Die Ergebnisse dieser Risikoschätzungen wurden sowohl datengestützt als auch im Gelände auf zahlreichen Flächen überprüft:

- Vergleich mit Baumarteneignungstabellen der Standortskarten im Staatswald (15 Flächen)
- Experteneinschätzung zur Baumarteneignung auf Grundlage der Standortskarten im Staatswald (28 Flächen)
- Experteneinschätzung zu den Anbau-Chancen und -Risiken der Baumarten auf Grundlage der Ergebnisse KLIP4 (200 Einzelstandorte)

Bei der Auswahl der Prüfflächen wurde auf eine möglichst gleichmäßige Verteilung über alle Wuchsgebiete (geologische Großeinheiten) und Klimabereiche Bayerns geachtet. Darüber hinaus wurden gezielt Prüfgebiete ausgewählt, die standörtliche Besonderheiten bzw. Extreme aufweisen (z.B. kleinräumige Substratwechsel, Staunässestandorte) und/oder klimatische Randbereiche für die Eignung bestimmter Baumarten darstellen (z.B. warm-trocken). Die Überprüfung hatte zwei Ziele: Zum einen ist die Ableitung von Grenzen für die Klassen des Anbaurisos erforderlich, damit das als kontinuierlicher Wert berechnete Anbaurisiko kartografisch in fünf Klassen dargestellt werden kann. Zum anderen sollten standörtliche Besonderheiten (z.B. Moore), die die Modelle nicht abbilden, herausgearbeitet werden. Aus den Prüfergebnissen wurden Regeln abgeleitet, mit denen die Modelle nachträglich verbessert wurden (z.B. erhöhtes Risiko bei starker Grund- oder Wechselfeuchte bei der Baumart Buche, vgl. Abbildung 3). Die Verbesserung war notwendig, da die Datensätze, mit denen die Artverbreitungsmodelle erstellt wurden, nicht alle kleinräumigen Besonderheiten abbilden konnten. Zusätzlich wurden die Modelle mit möglichst wenigen Variablen erstellt, damit sie eine große Allgemeingültigkeit haben. Nur wenn diese Eigenschaft vorhanden ist, kann mit den Modellen in die Zukunft gerechnet werden (hohe Übertragbarkeit auf ein anderes Klima oder auch eine andere Region). Außerdem werden kleinräumige Effekte des Bodens von großräumigen Klimaeffekten überprägt, so dass ein zweistufiges Verfahren wie bei der Standortkartierung (weitere Differenzierung innerhalb eines Wuchsgebietes aufgrund von Bodeneigenschaften und Lage)

## Standörtliches Anbaurisiko – Boden und Klima



- Buche** Rastergröße 10 m x 10 m
- Risiko-Klasse**
- sehr geringes Risiko (als führende Baumart möglich)
  - geringes Risiko (als führende Baumart mit hohen Anteilen an Mischbaumarten möglich)
  - erhöhtes Risiko (als Mischbaumart in mäßigen Anteilen möglich)
  - hohes Risiko (als Mischbaumart in geringen Anteilen möglich)
  - sehr hohes Risiko (als Mischbaumart in sehr geringen Anteilen möglich)
- Patch-Daten**
- 40 cm Grundfeuchte
  - 60 cm Grundfeuchte
  - 80 cm Grundfeuchte
  - mäßig wechselfeucht
  - stark wechselfeucht
  - Fels, Block und Schutt
  - Moor

Abbildung 3: Anbauriskokarte der Buche vor (links) und nach (rechts) dem Korrekturverfahren, den sogenannten Patches (to patch: engl. für etwas flicken, einsetzen). In der Abbildung links sind neben dem Anbaurisiko noch die Korrekturdaten bezüglich

Grundfeuchte und Wechselfeuchte angegeben. Die Grundfeuchte hat zur stärksten Korrektur geführt, mäßig und starke Wechselfeuchte zu entsprechend abgestuften Korrekturen.

© Datengrundlage Topographische Karte: Bayerische Vermessungsverwaltung

zielführend erschien. Die Verfahrensregel lautet: Ausschlusskriterien aufgrund lokaler, kleinräumiger Effekte schränken die großräumigen Klimateffekte ein.

Zusätzliche ausschließende oder einschränkende Kriterien wurden aus den Expertenmeinungen für jede Baumart einzeln abgeleitet. Beispiele, die für zahlreiche Baumarten gelten sind:

- Moore
- Felsen, Block- und Schuttstandorte
- regelmäßig überflutete Bereiche (Weichholzaue)
- selten, nur bei sehr hohen Hochwässern überflutete Bereiche (Hartholzaue)
- Vergleyung (differenziert nach Tiefenlage des ganzjährig wassergesättigten Horizonts)
- Wechselfeuchte (differenziert nach der Tiefenlage des stauenden Horizonts)
- Basenausstattung
- Trockenstressgefährdung (differenziert über nutzbare Feldkapazität und Niederschlag)

### Nutzung der Karten

Der Forstverwaltung werden Karten für 21 Baumarten insbesondere für die Beratung und die Förderung des Waldumbaus zur Verfügung stehen. Neben der Kartenansicht für die Gegenwart (Klimaperiode 1971–2000) und die Zukunft (Klimaperiode 2071–2100, WETTREG Szenario B1) wurden die Karten für die Baumarten Fichte und Kiefer noch gemittelt und als Karte 2050 bereitgestellt (Abbildung 2). Da die Klimaerwärmung nicht linear verläuft, ist dies nur eine Schätzung der Situation im Jahr 2050. Neben der Darstellung der einzelnen Karten kann mittels eines virtuellen »Durchstichs« durch alle Baumarteneignungskarten an einem bestimmten Standort

das Anbaurisiko in Gegenwart und Zukunft in Form einer tabellarischen Übersicht abgefragt werden (Abbildung 4). Dadurch ist es möglich, auf einen Blick die Entwicklung des Anbaurisikos für bestimmte Baumarten abzuschätzen und miteinander zu vergleichen. Damit bekommt die Beratung nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand optimale, wissenschaftlich fundierte Grundlagen für die Zusammenstellung eines krisensicheren und risikominimierten Baumartenportfolios an die Hand (Kölling et al. 2010). Dem Waldbesitzer obliegt es im Rahmen einer sachgemäßen Waldbewirtschaftung zu entscheiden, welches Risiko er einzugehen bereit ist und welche Elemente er seinem Baumartenportfolio hinzufügen will und welche nicht. Mit den neuen Karten hat man die nötigen Hilfsmittel, um die vom Klimawandel hervorgerufenen Anbaurisiken zu verteilen, zu streuen oder zu vermeiden. Auch Kombinationen von Risikostreuung und -vermeidung sind denkbar. Wichtig ist nur, dass die Entscheidungen zur Baumartenwahl nicht aus dem Bauch heraus, sondern mit umfassender Kenntnis der aktuellen wissenschaftlichen Grundlagen getroffen werden.

Bei der Nutzung der Karten ist zu beachten, dass sie den aktuellen Stand des Wissens und der zugrunde gelegten Daten darstellen. Verbesserungsfähig ist die räumliche Auflösung, die abhängig von den verwendeten Eingangsdaten begrenzt ist. Bei der Interpretation ist immer forstliche Expertise gefragt, da die Modelle nicht alle kleinräumigen Standortinformationen abbilden können, die im Gelände auftreten. Außerdem berücksichtigen die Modelle nicht alle Faktoren, die die Verbreitung einer Baumart bestimmen, da nicht alle Faktoren wie z. B. typische Frostlagen und -häufigkeit oder Phosphorvorräte und -verfügbarkeit in Form von flächigen Daten vorliegen. Schließlich sollte immer ein größerer Geländeaus-

schnitt betrachtet werden, um regionale Trends ableiten zu können. Die alleinige Betrachtung eines einzelnen Flurstücks ist bei der räumlichen Auflösung der Ausgangsdaten nicht zielführend. Und natürlich können die Karten nicht den Ausgangsbestand berücksichtigen. Wenn diese Einschränkungen beachtet werden, sind die Karten ein hervorragendes Hilfsmittel für die Abschätzung des standörtlichen Anbaurisikos und ermöglichen einen möglichst objektiven Blick in die Zukunft, der bisher in dieser Qualität nicht möglich war. Die Anwendung der Karten wird im laufenden Jahr mit Hilfe der Waldbautrainer und Experten des KLIP4-Teams innerhalb der Forstverwaltung im Rahmen des Waldbautrainings geschult.

**Literatur**

Bohn, U.; Neuhäusl, R.; Gollub, G.; Hettwer, C.; Neuhäuslová, Z.; Raus, T.; Schlüter, H.; Weber, H. (2003): *Map of the Natural Vegetation of Europe, Scale 1: 2 500 000. Parts 1-3.* Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup

Falk, W.; Mellert, K.H. (2011): *Species distribution models as a tool for forest management planning under climate change: Risk evaluation of Abies alba in Bavaria.* Journal of Vegetation Science 22, S. 621–634

Franklin, J. (2009): *Mapping Species distributions.* Cambridge University Press, 320 S.

Kölling, C.; Beinhofer, B.; Hahn, A.; Knoke, T. (2010): »Wer streut, rutscht nicht« – Wie soll die Forstwirtschaft auf neue Risiken im Klimawandel reagieren? AFZ-DerWald Jg. 65(5): S. 18–22

Spekat, A.; Enke, W.; Kreienkamp, F. (2007): *Neuentwicklung von regional hoch aufgelösten Wetterlagen für Deutschland und Bereitstellung regionaler Klimaszenarios auf der Basis von globalen Klimasimulationen mit dem Regionalisierungsmodell WETTREG auf der Basis von globalen Klimasimulationen mit ECHAM 5/MPI-OM T63L31 2010 bis 2100 für die SRES-Szenarios B1, A1B und A2.* Forschungsbericht. Umweltbundesamt, FKZ 204 41 138, 140 S.

Walentowski, H.; Gulder, H.-J.; Kölling, C.; Ewald, J.; Türk, W. (2001): *Die regionale natürliche Waldzusammensetzung Bayerns.* LWF Bericht 32, 99 S.

Wolfgang Falk und Karl Mellert arbeiten in der Abteilung »Boden und Klima« an der LWF mit den Schwerpunkten Standortkunde und Artverbreitungsmodellierung. Ute Bachmann-Gigl war Projektbearbeiterin in den Projekten KLIP3 und KLIP4 mit den gleichen Arbeitsschwerpunkten und arbeitet jetzt in der Abteilung »Forsttechnik, Betriebswirtschaft, Holz«. Dr. Christian Kölling leitet die Abteilung »Boden und Klima«. [Wolfgang.Falk@lwf.bayern.de](mailto:Wolfgang.Falk@lwf.bayern.de)

Gemeinde	XX	Rechtswert	4474XXX			
Gemarkung	XX	Hochwert	5363XXX			
Flurstück	XX					
Gegebenenfalls am Standort zusätzlich zu berücksichtigen:						
Lufthaushalt:	-	Moore:	-			
Grundfeuchte:	-					
<b>Anbaurisiko</b>						
Baumart	Jahr 2000			Jahr 2100		
	sehr geringes Risiko	geringes Risiko	erhöhtes Risiko	hohes Risiko	sehr hohes Risiko	
	Der dunkle Balken gibt die Position des Standorts innerhalb der Klasse an. Daraus lässt sich die Tendenz zur Nachbarklasse ableiten.					
<b>Nadelbaumarten:</b>						
FICHTE	[Bar chart: 2000: low risk, 2100: high risk]			[Bar chart: 2000: low risk, 2100: high risk]		
TANNE	[Bar chart: 2000: low risk, 2100: high risk]			[Bar chart: 2000: low risk, 2100: high risk]		
KIEFER	[Bar chart: 2000: low risk, 2100: high risk]			[Bar chart: 2000: low risk, 2100: high risk]		
LÄRCH	[Bar chart: 2000: low risk, 2100: high risk]			[Bar chart: 2000: low risk, 2100: high risk]		
DOUGLASIE	[Bar chart: 2000: low risk, 2100: high risk]			[Bar chart: 2000: low risk, 2100: high risk]		
<b>Laubbaumarten:</b>						
BUCH	[Bar chart: 2000: low risk, 2100: high risk]			[Bar chart: 2000: low risk, 2100: high risk]		
STIELEICHE	[Bar chart: 2000: low risk, 2100: high risk]			[Bar chart: 2000: low risk, 2100: high risk]		
BIRKE	[Bar chart: 2000: low risk, 2100: high risk]			[Bar chart: 2000: low risk, 2100: high risk]		
BERGAHORN	[Bar chart: 2000: low risk, 2100: high risk]			[Bar chart: 2000: low risk, 2100: high risk]		
ESCHE	[Bar chart: 2000: low risk, 2100: high risk]			[Bar chart: 2000: low risk, 2100: high risk]		
TRAUBENEICHE	[Bar chart: 2000: low risk, 2100: high risk]			[Bar chart: 2000: low risk, 2100: high risk]		
HAINBUCH	[Bar chart: 2000: low risk, 2100: high risk]			[Bar chart: 2000: low risk, 2100: high risk]		
SCHWARZERLE	[Bar chart: 2000: low risk, 2100: high risk]			[Bar chart: 2000: low risk, 2100: high risk]		
WINTERLINDE	[Bar chart: 2000: low risk, 2100: high risk]			[Bar chart: 2000: low risk, 2100: high risk]		
SOMMERLINDE	[Bar chart: 2000: low risk, 2100: high risk]			[Bar chart: 2000: low risk, 2100: high risk]		
VOGELBEERE	[Bar chart: 2000: low risk, 2100: high risk]			[Bar chart: 2000: low risk, 2100: high risk]		
FELDAHORN	[Bar chart: 2000: low risk, 2100: high risk]			[Bar chart: 2000: low risk, 2100: high risk]		
BERGULME	[Bar chart: 2000: low risk, 2100: high risk]			[Bar chart: 2000: low risk, 2100: high risk]		
SPITZAHORN	[Bar chart: 2000: low risk, 2100: high risk]			[Bar chart: 2000: low risk, 2100: high risk]		
ELSBEERE	[Bar chart: 2000: low risk, 2100: high risk]			[Bar chart: 2000: low risk, 2100: high risk]		
SPEIERLING	[Bar chart: 2000: low risk, 2100: high risk]			[Bar chart: 2000: low risk, 2100: high risk]		

Abbildung 4: Durchstich durch den Kartenstapel der Klima-Risiko-karten für 21 Baumarten an einem Standort. Es werden in einigen Fällen zusätzliche Hinweise auf standörtliche Besonderheiten gegeben, die bei der Bewertung des Anbaurisikos zu berücksichtigen sind. Der schwarze Strich zeigt die Tendenz innerhalb der Klasse an: je weiter rechts, desto näher an der benachbarten Klasse mit höherem Risiko, je weiter links desto näher an der Klasse mit geringerem Risiko.

# Wasser, Luft und Nährstoffe – alles, was ein Baum zum Leben braucht

Neue Basiskarten beschreiben Wasserhaushalt, Lufthaushalt und Basenausstattung

Sebastian Osenstetter, Wolfgang Falk, Birgit Reger und Josefine Beck

Das neue, digitale Standortinformationssystem enthält neben Themenkarten auch Grundlageninformationen zu wichtigen physikalischen und chemischen Bodeneigenschaften. Diese sogenannten Basiskarten bieten unter anderem eine Übersicht über den Luft- und Wasserhaushalt und die Nährstoffausstattung an. Somit liegen flächendeckend für die Waldfläche Bayerns wichtige Kenndaten vor, die Bodeneigenschaften am Standort beschreiben und für forstliche Entscheidungen relevant sind.

Genauere Informationen über den Luft- und Wasserhaushalt sowie die Versorgung mit Basen sind für zahlreiche forstwirtschaftliche und waldbauliche Entscheidungen wichtig. Angefangen von der Baumartenwahl bis hin zu ertragskundlichen Fragen sind Bodeneigenschaften und ihr Zusammenspiel mit klimatischen Größen von Belang. Das neue, digitale Standortinformationssystem bildet daher unter anderem die drei wichtigen Faktoren *Wasserhaushalt*, *Lufthaushalt* und *Basenausstattung* in Form von Basiskarten bayernweit ab.

## Flächendeckende Bodendaten als Grundlage

Grundlage des Standortinformationssystems ist die Übersichtsbodenkarte (ÜBK) des Bayerischen Landesamtes für Umwelt, die für das Standortinformationssystem ergänzt und teils räumlich verfeinert wurde. Um der nun flächendeckenden Karte auch Informationen über grundlegende Bodeneigenschaften (z. B. Bodenart, Basensättigung oder Speicherkapazitäten) anzufügen, wurde das Leitprofilkonzept gewählt. Das bedeutet, dass jeder ÜBK-Bodeneinheit ein bis mehrere typische, d.h. chemisch und physikalisch repräsentative Bodenprofile zugeordnet werden. Aus den Horizontdaten dieser Profile wurden anschließend mittlere Profilkennwerte berechnet, welche die entsprechende Einheit beschreiben. Über die räumliche Verteilung dieser Einheit erfolgte letztlich die Regionalisierung der berechneten Bodeneigenschaften. Damit setzt sich das Regionalisierungsverfahren von Bodenbasisinformationen im Projekt »Karten für die Zukunft« (KLIP4) aus drei Teilschritten zusammen:

- Zuweisung von Leitprofilen zu den ÜBK-Einheiten
- Berechnung von Bodenkenngrößen aus den Horizontdaten der Leitprofile
- Regionalisierung dieser Bodenkenngrößen durch die räumliche Verbreitung der ÜBK-Einheiten

## Wasser- und Lufthaushalt

Die Darstellung des standörtlichen Wasserhaushalts und damit des pflanzenverfügbaren Bodenwassers ist eine der zentralen Aufgaben des digitalen Standortinformationssystems. Grundsätzlich setzt sich der Bodenwasserhaushalt aus den vier unterschiedlichen Komponenten

- Terrestrisches Bodenwasser
- Luftmangel
- Grundfeuchte
- Moore

zusammen, welche im Projekt getrennt behandelt wurden (siehe Kasten).

### Der Bodenwasserhaushalt und seine vier Komponenten im Standortinformationssystem

*Terrestrisches Bodenwasser:* Terrestrisches (=gegen die Schwerkraft gehaltenes) Bodenwasser wird im Wesentlichen von der Niederschlagssumme, der Temperatur und der Speicherkapazität des Bodens bestimmt. Wird bisher durch die Klassen 0–4 [(sehr) trocken – (sehr) frisch] in der 3. Ziffer der herkömmlichen Standortskarte beschrieben.

*Luftmangel:* Luftmangel aufgrund von Staunässe tritt dann auf, wenn die vertikale Versickerung des Niederschlags durch Stauhohizonte oder dicht gelagerte Böden verzögert wird und so zu Wasserstau im Boden führt. Wird bisher durch die Klassen 6–8 [wechsell trocken – (mäßig) wechselfeucht] in der 3. Ziffer der herkömmlichen Standortskarte beschrieben.

*Grundfeuchte:* Grundfeuchte beschreibt den Einfluss des oberflächennahen Grundwassers auf die Wasser- und Sauerstoffversorgung im Wurzelraum und wird vom mittleren Grundwasserflurabstand bestimmt. Wird bisher durch die Klasse 9 (feucht) in der 3. Ziffer der herkömmlichen Standortskarte beschrieben.

*Moore:* Moore sind Sonderstandorte mit ganzjähriger Vernässung und Bodenhorizonten mit hohem Gehalten an organischem Kohlenstoff. Wird bisher durch die Klasse 9 (Moor) in der 1. Ziffer der herkömmlichen Standortskarte beschrieben.

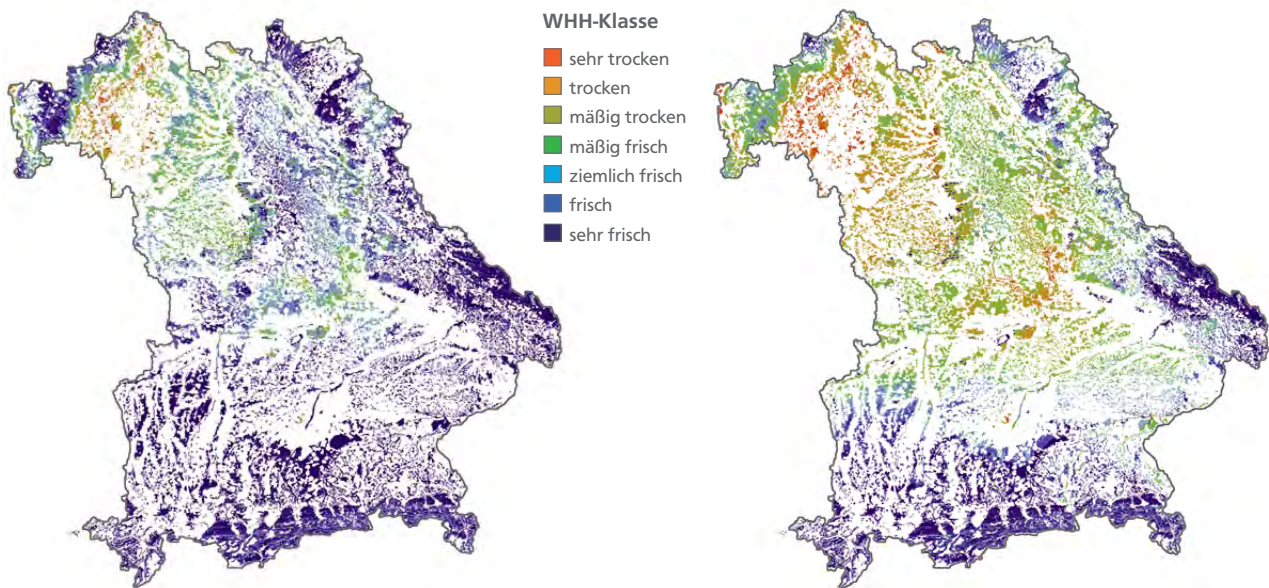


Abbildung 1:  $T_{diff}$ -Karten der Gegenwart (links, Periode 1971–2000) und der Zukunft (rechts, Periode 2071–2100), Szenario B1. Weiße Flächen sind Nicht-Wald-Flächen.

Die wesentlichen Zielvorgaben hinsichtlich der Charakterisierung des Wasserhaushalts (WHH) für das Standortinformationssystem waren eine bayernweit einheitliche Vorgehensweise und damit verbunden landesweit vergleichbare Daten, objektive Kriterien zur Ausweisung der WHH-Klassen auf Basis von Messdaten sowie die Möglichkeit, die Veränderungen der standörtlichen WHH-Bedingungen durch den prognostizierten Klimawandel mit abzubilden. In Anlehnung an die forstliche Standortkarte werden diese berechneten Kenngrößen des Wasserhaushalts gruppiert und in einem Ziffersystem klassifiziert. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass diese Ziffern inhaltlich nicht vollständig mit den Klassen der alten Standortkarte übereinstimmen können, da die unterschiedlichen Methoden und Datengrundlagen der Standortkarte und des digitalen Standortinformationssystems die direkte 1:1-Zuordnung zwischen den WHH-Klassen nicht zulässt.

Im Folgenden werden die ersten beiden Komponenten des Wasserhaushalts *Terrestrisches Bodenwasser* und *Luftmangel aufgrund von Staunässe* dargestellt.

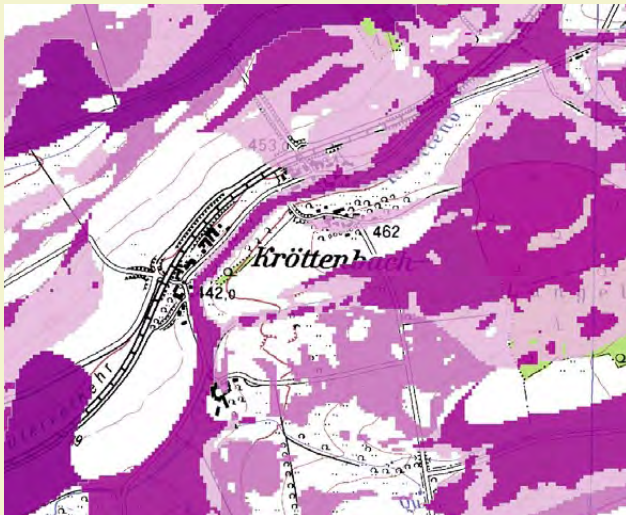
#### Wasserhaushalt

Im Rahmen von KLIP4 wurde zur Beschreibung des terrestrischen Bodenwasserhaushalts die Kenngröße der Transpirationssdifferenz  $T_{diff}$  verwendet. Dieser Parameter beschreibt den Mangel an pflanzenverfügbarem Wasser in Millimeter im Vergleich zur optimalen Versorgung bzw. zur uneingeschränkten Transpiration des Baumes während der Vegetationsperiode von Mai bis September (Schultze et al. 2005; Falk et al. 2008). Niedrige  $T_{diff}$ -Werte weisen auf eine ausreichende Wasserversorgung, hohe  $T_{diff}$ -Werte hingegen auf mehr oder weniger deutlichen Wassermangel hin.

Grundlage für die Bestimmung von  $T_{diff}$  waren Berechnungen mit dem deterministischen Bodenwasserhaushaltsmodell LWF-BROOK90 (Federer et al. 2003; Hammel und Kennel 2001), welches die hydrologischen Wachstumsbedingungen am Standort zeitlich hoch aufgelöst als Punktinformation bestimmt. Das Modell benötigt exakte Angaben hinsichtlich Bodenhorizontierung, Klimazeitreihen, Reliefposition und Bestockung der einzelnen Standorte. Um den Wassermangelindex  $T_{diff}$  für ganz Bayern aus physikalischen Modellierungen abzuleiten, wurden umfangreiche BROOK-Simulationen unter verschiedensten Randbedingungen durchgeführt. Als Modellbestände wurden 60-jährige Fichten mit einer maximalen Durchwurzelungstiefe von 100 cm gewählt. Diese Tiefe wurde gegebenenfalls auf den effektiven Wurzelraum von Pseudogleyen und flachgründigen Böden beschränkt.

Da es schwierig ist, für zahlreiche Randbedingungen eine einzige optimale Einstellung (Kalibrierung) zu wählen, wurden die Berechnungen mit zwei unterschiedlichen Kalibrierungen durchgeführt und somit ein sogenanntes Ensemble an Modellläufen erzeugt. Im Ergebnis führt das zu gemittelten  $T_{diff}$ -Werten, die in Abhängigkeit zu einfachen, flächig vorliegenden Standortgrößen gesetzt werden können.

In einem zweiten Schritt wurde für  $T_{diff}$  ein statistisches Modell aus der Familie der *boosted regression trees* (BRT) mit einfachen Eingangsgrößen erstellt. Dieses statistische Modell leitet die vorher am Punkt bestimmte  $T_{diff}$  aus flächig vorhandenen Größen ab und erlaubt damit die Erstellung einer regionalisierten  $T_{diff}$ -Karte. Die folgenden Größen gehen in das BRT-Modell ein:



### Lufthaushalt

- mäßig wechselfeucht, auf Teilfläche vorhanden
- mäßig wechselfeucht, flächig vorhanden
- stark wechselfeucht, auf Teilfläche vorhanden
- stark wechselfeucht, flächig vorhanden

Abbildung 2: Beispiel für die Lufthaushalts-Karte, aus Darstellungsgründen auch für die Nicht-Wald-Fläche.

© Datengrundlage Topographische Karte: Bayerische Vermessungsverwaltung

- Klima: Niederschlagssumme und Mitteltemperatur der Vegetationsperiode (Mai bis September)
- Boden: nutzbare Feldkapazität und Luftkapazität des Profils
- solare Einstrahlungssumme

Im Ergebnis zeigte sich, dass die klimatischen Größen bei weitem den größten Einfluss auf  $T_{diff}$  im BRT-Modell haben und sich ein plausibles Bild der bayernweiten  $T_{diff}$ -Verteilung ergibt. Mit Hilfe von Niederschlags- und Temperaturwerten, die einem Zukunftsszenario entsprechen, kann die mögliche Auswirkung eines wärmeren Klimas auf den terrestrischen Wasserhaushalt mit dem gleichen Modell abgeschätzt werden. Kleinräumige Einflüsse des Reliefs und des Bodens auf den Wasserhaushalt sind durch LWF-BROOK90 bzw. das BRT-Modell teilweise aber nur unzureichend abgebildet. Aus diesem Grund wurde die  $T_{diff}$ -Karte einem räumlichen Verfeinerungsverfahren unterzogen, das auch die bisher noch nicht berücksichtigten Größen des Hangwasserzu- und -abflusses implementiert.

Das Verfahren zur kleinräumigen Verfeinerung der  $T_{diff}$ -Werte beinhaltet expertengestützte, prozentuale Zu- und Abschläge zur modellierten  $T_{diff}$ . Die Ausprägung der Faktoren hängt von folgenden Einflussgrößen ab:

- Hangneigungsklasse: Steilhänge führen zu verstärktem oberflächlichen Abfluss des Niederschlags und damit zu trockeneren Bedingungen.
- Bodenfeuchte-Index: Je nach Hangposition modifizieren Hangwasserzu- und -abfluss die Bodenfeuchtebedingungen, sofern ausreichend Niederschläge vorhanden sind. Die Einwertung dieses Faktors erfolgte über die Auswertung von umfangreichen Vegetationsaufnahmen im Rahmen von KLIP4 und den daraus abgeleiteten ökologischen Feuchte-ziffern.
- Nutzbare Feldkapazität (nFK) und Skelettgehalt: Skelettreiche, flachgründige Standorte werden in LWF-BROOK90 nur unzureichend genau simuliert. Diese Bodeneigenschaften führen daher im Downscaling zu einer Erhöhung von  $T_{diff}$  aufgrund der geringen Speicherfähigkeiten des Bodens und des verstärkten präferenziellen Flusses.
- Einstrahlung: An südexponierten Hängen führt die Einstrahlung zu verstärkter Transpiration und somit unter Umständen zu Wassermangel. Daher wird  $T_{diff}$  nach dem Konzept von Reger et al. (2011) je nach Neigung und Exposition modifiziert.

Ergänzend zu den prozentualen Korrekturen wurde der kapillare Aufstieg des Grundwassers in den Wurzelraum auf grundwassernahen Standorten eingerechnet (Ad-hoc-AG Boden 2005, Tabelle 78). Der kapillare Aufstieg in Millimeter pro Vegetationsperiode wurde vom bisher berechneten  $T_{diff}$ -Wert abgezogen.

Die Anwendung der genannten Korrekturfaktoren führt zu einer deutlich kleinräumigeren Strukturierung der  $T_{diff}$ -Karte, wobei die Abhängigkeit des Wasserhaushalts von den Klimabedingungen bei bayernweiter Betrachtung zu Recht erhalten bleibt (Abbildung 1). Die Ergebnisse wurden mit Hilfe des Fichtenvorkommens an den Traktecken der bayerischen Bundeswaldinventur (BWI) überprüft und in Wasserhaushalts-Klassen eingeteilt.

### Lufthaushalt

Neben der Versorgung des Baumes mit pflanzenverfügbarem Wasser (dargestellt durch die WHH-Klasse) hat der Lufthaushalt im Wurzelbereich entscheidenden Einfluss auf die Wachstumsbedingungen und das Anbaurisiko. Vor allem an staunassen Standorten ist das Trockenstress- und Windwurf-Risiko flach wurzelnder Baumarten deutlich erhöht. Diese Standorte werden im Standortinformationssystem unter anderem über den modellierten Luftmangelindex (LMI) dargestellt.

Die Grundlagendaten zur Ableitung des LMI basieren auf den LWF-BROOK90 Ensemble-Modellierungen, welche bereits bei der Entwicklung von  $T_{diff}$  herangezogen wurden. Der Datensatz wurde allerdings auf BROOK-Läufe mit einer Hangneigung  $<10^\circ$  begrenzt, da an steileren Standorten kaum mehr Staunässe bzw. Wechselfeuchte auftritt. Als Zielgröße dient in diesem Fall der Luftgehalt im Boden, während der Vegetationsperiode in einer Profiltiefe von 35–45 cm, der als mittlerer simulierter Wassergehalt bezogen auf die nFK dieses Profilbe-

reichs definiert wird (Schwärzel et al. 2009). Je höher dieser Wert liegt, desto eingeschränkter ist der mit Luft gefüllte Porenraum und desto stärker der Einfluss der Staunässe.

Analog zur Herangehensweise bei der  $T_{diff}$ -Modellierung wird nun mit Hilfe flächig vorhandener Boden- und Klimagrößen ein statistisches Modell zur Berechnung dieses LMI-Parameters erstellt, das im Anschluss eine Regionalisierung des LMI erlaubt. Das Modell gehört in diesem Fall zur Familie der generalisierten additiven Modelle (GAM) und enthält folgende Eingangsgrößen:

- Klima: Jahresniederschlagssumme
- Boden: Tongehalt des Oberbodens, gesättigte Wasserleitfähigkeit des Gesamtprofils (kf-Wert)

Die beiden Bodenparameter haben dabei größeren Einfluss auf den Luftmangel als der Niederschlag. Trotz des grundsätzlich plausiblen Ergebnisses fällt ebenso wie bei der Beschreibung des Wasserhaushalts auf, dass die Ensemble-Modellläufe mit LWF-BROOK90 zwar die groben Zusammenhänge gut beschreiben, im Detail aber nicht immer die benötigte Genauigkeit besitzen. Daher wurde auch im Falle des Lufthaushalts eine Verfeinerung mit Hilfe von expertengestützten Zu- und Abschlägen durchgeführt:

- Tiefe des Stauhizontes: Liegt die Obergrenze des Stauhizontes oberhalb von 45 cm Tiefe, so wird der ursprüngliche LMI-Wert um 25 % erhöht. Ab einer Stautiefe >80 cm wird der LMI hingegen gleich Null gesetzt, da in diesen Fällen der Wurzelraum nicht mehr drastisch eingeschränkt ist.
- Hangneigung: Bei Neigungen >5° wird der LMI gleich Null gesetzt, zwischen 3°–5° der ursprünglich berechnete LMI-Wert beibehalten und bei Neigungen <3° um 25 % erhöht.
- Skelettgehalt: Übersteigt der Skelettgehalt bei nicht schiefrigen Substraten einen Wert von 50 %, so wird der LMI gleich Null gesetzt, da in der Regel ein präferenzierter Fluss stattfindet.

Die Anwendung dieser Korrekturfaktoren führt zu einer deutlich kleinräumigeren und plausiblen Strukturierung der LMI-Karte, da zum Beispiel wechselfeuchte Standorte nur noch auf maximal schwach geneigten Hangpositionen zu finden sind.

Die berechnete Karte mit kontinuierlichen LMI-Werten wird zur anschaulicheren Darstellung und besseren Interpretierbarkeit in Anlehnung an die klassische Standortkarte in zwei Staunässeklassen unterteilt (Abbildung 2). Grundlage hierfür war ein Vergleich der berechneten LMI-Werte mit den Klassen 7 und 8 der Standortkarte der Bayerischen Staatsforsten. Es erfolgte zusätzlich ein Abgleich mit Schwerpunktregionen der Sturmwurfgefährdung in Bayern. In der Darstellung unterscheidet die Karte in Ergänzung je nachdem, ob die zugrunde liegende ÜBK-Einheit überwiegend oder nur anteilig wechselfeuchte Böden ausweist. Insgesamt betrachtet bietet die Karte zum Lufthaushalt einen Anhaltspunkt zur Beurteilung der Staunässe und damit des Einflusses des Bodens auf die Sturmwurfgefährdung. Sie ist aber in ihrer räumlichen Schärfe und inhaltlichen Genauigkeit begrenzt.

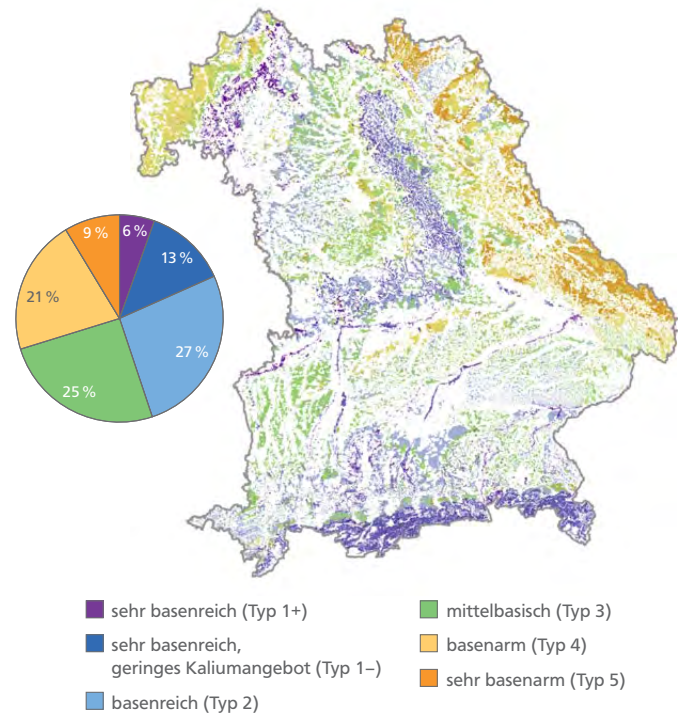


Abbildung 3: Häufigkeit und räumliche Verbreitung der Tiefenprofiltypen auf der Waldfläche Bayerns

## Nährstoffe

Das Gedeihen der Waldbäume hängt unter anderem von den in der Bodenlösung enthaltenen Nährelementen Calcium, Magnesium, Natrium und Kalium ab. Diese Nährelemente werden auch als basische Kationen bezeichnet. Je höher der Anteil der basischen Kationen und je geringer der Anteil der sauren Kationen Aluminium, Eisen, Mangan und Protonen ist, desto besser ist die Baumernährung gewährleistet. Der Anteil der vier basischen Kationen an den an den Austauschern gebundenen Kationen wird als Basensättigung bezeichnet.

Die Nährstoffversorgung und -verfügbarkeit lässt sich über den Tiefenverlauf der Basensättigung im Profil darstellen, der sich im Gegensatz zu den aufwendigen Berechnungen beim Wasserhaushalt direkt aus den Analyseergebnissen der Bodenprofile ablesen lässt und nach Zuweisung zu Bodeneinheiten in die Fläche gebracht wird (Abbildung 3). Es lassen sich fünf Typen des Tiefenverlaufs der Basensättigung unterscheiden (Kölling 2010) (Abbildung 4). Der erste Typ wird im Standortinformationssystem nochmals zusätzlich differenziert.

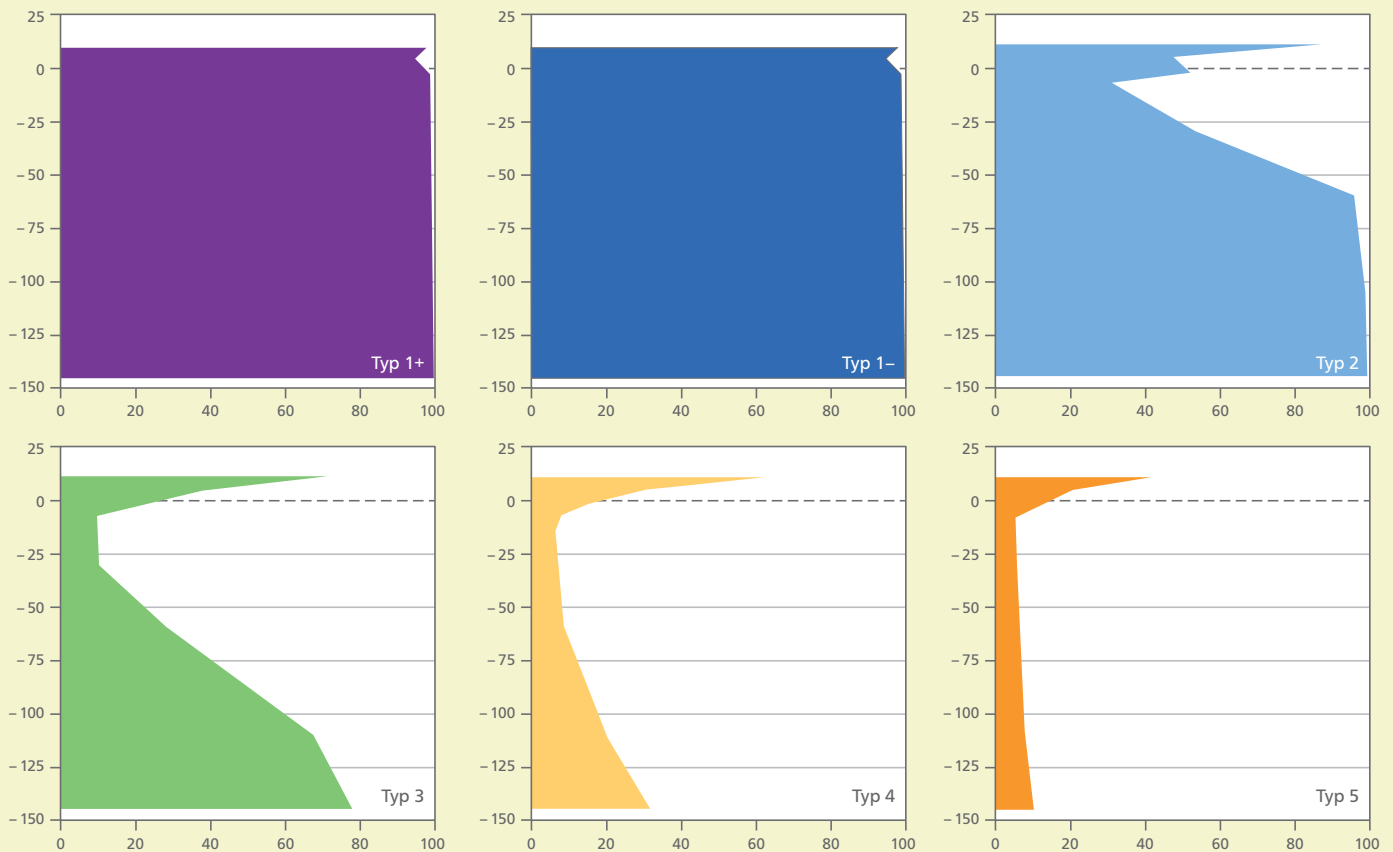


Abbildung 4: Die Tiefenprofiltypen 1 bis 5

### Typ 1+: sehr basenreich:

Typ 1+ ist durch eine gleichmäßig hohe Basensättigung von über 80 % im gesamten Wurzelraum und hohe Calcium-, Magnesium- und Kaliumvorräte gekennzeichnet. Es tritt keine Bodenversauerung auf. Dieser sehr basenreiche Typ kommt auf etwa 6 % der Waldfläche vor (Abbildung 3). Basenbedürftige Baumarten wie Esche und Feldahorn finden auf diesen sehr basenreichen Standorten eine optimale Nährstoffversorgung vor.

### Typ 1-: sehr basenreich, geringes Kaliumangebot:

Typ 1- ist wie Typ 1+ durch eine gleichmäßig hohe Basensättigung von über 80 % im Profil und hohe Calcium- und Magnesiumvorräte gekennzeichnet. Die Kaliumvorräte hingegen sind gering (<400 kg/ha). Dieser Typ umfasst etwa 13 % der Waldböden und ist häufig auf Rendzinen und Kalkverwitterungslehmen in den Bayerischen Kalkalpen und der Fränkischen Alb zu finden.

### Typ 2: basenreich:

Typ 2 weist eine hohe Basensättigung mit hohen Calcium-, Magnesium- und Kaliumvorräten auf. Der oberste Mineralboden ist deutlich basenarm und versauert. Darunter steigt die Basensättigung rasch auf hohe Werte an. Auf etwa 27 % der Waldfläche ist dieser basenreiche Typ verwirklicht. Nahezu alle Baumarten können ihren Bedarf an Nährstoffen auf diesen Standorten ohne Einschränkung decken.

### Typ 3: mittelbasisch:

Eine mittlere Basensättigung und mittlere Basenvorräte sind kennzeichnend für Typ 3. Im Vergleich zu Typ 2 ist Typ 3 im Oberboden tieferreichender versauert und basenverarmt. Erst im Unterboden findet sich eine hohe Basensättigung mit hohen Basenvorräten. Mittelbasische Standortbedingungen liegen auf 25 % der Waldfläche vor. Typisch sind mesotrophe Braun- und Parabraunerden. Als Waldgesellschaft bildet sich natürlicherweise ein Waldmeister-Buchenwald (*Galio-Fagetum*) aus.

### Typ 4: basenarm:

Typ 4 charakterisiert eine geringe Basensättigung mit geringen Calcium-, Magnesium- und Kaliumvorräten. Die Bodenversauerung reicht tief in den Wurzelraum. Erst in über einem Meter Tiefe steigt die Basensättigung auf über 20 % an. Dieser Typ ist auf etwa 21 % der Waldfläche insbesondere auf Buntsandstein im Spessart und Odenwald verbreitet und tritt auf oligotrophen, gelegentlich podsolierten Braun- und Parabraunerden auf. Hainsimsen-Buchenwälder (*Luzulo-Fagetum*) stellen die natürliche Waldgesellschaft auf diesen basenarmen Standorten dar.

### Typ 5: sehr basenarm:

Die Basensättigung mit < 20 % und die Basenvorräte sind über das gesamte Profil gleichmäßig gering. Die Bodenversauerung ist tieferreichend. Diese sehr basenarmen Standorte sind mit 9 %



der Waldfläche insbesondere auf armen Graniten und Gneisen im ostbayerischen Grenzgebirge weit verbreitet, finden sich aber auch auf alten Kreideüberdeckungen des Juras. Für anspruchslose Baumarten reichen die Basenvorräte meist aus, häufig sind jedoch Mangelerscheinungen zu beobachten.

## Nutzung der Basiskarten

Die Basiskarten sind im Bayerischen Waldinformationssystem BayWIS integriert und können vom Nutzer dazu verwendet werden, grundlegende Standortinformationen abzufragen. Die Basiskarten sind die Grundlage für abgeleitete komplexe Karten wie die des Anbaurisikos, der Kalkungskulisse oder des Nährstoffpotenzials und helfen daher, deren Herleitung zu verstehen. Zu Wasserhaushalts- und Basenausstattungs-Karten können in BayWIS zusätzliche Detailinformationen angezeigt werden.

## Literatur

Ad-hoc-AG Boden (2005): *Bodenkundliche Kartieranleitung*. 5. Aufl., Hannover, 438 S.

Federer, C. A.; Vörösmarty, C.; Fekete, B. (2003): *Sensitivity of Annual Evaporation to Soil and Root Properties in Two Models of Contrasting Complexity*. J. Hydrometeor 4, S. 1276–1290

Falk, W.; Dietz, E.; Grünert, S.; Schultze, B.; Kölling, C. (2008): *Wo hat die Fichte genügend Wasser?* LWF aktuell 66, S. 21–25

Hammel, K.; Kennel, M. (2001): *Charakterisierung und Analyse der Wasserverfügbarkeit und des Wasserhaushalts von Waldstandorten in Bayern mit dem Simulationsmodell BROOK90*. Forstliche Forschungsberichte München 185, München, 148 S.

Kölling, C. (2010): *Macht sauer wirklich lustig?* LWF aktuell 78, S. 21–24

Reger, B.; Kölling, C.; Ewald, J. (2011): *Modelling effective thermal climate for mountain forests in the Bavarian Alps: Which is the best model?* Journal of Vegetation Science Volume 22 (4), S. 677–687

Schwärzel, K.; Feger, K.H.; Häntzschel, J.; Menzer, A.; Spank, U.; Clausnitzer, F.; Köstner, B.; Bernhofer, C. (2009): *A novel approach in model-based mapping of soil water conditions at forest sites*. Forest Ecol. Manag. 258, S. 2163–2174

Sebastian Osenstetter und Dr. Birgit Reger waren Projektmitarbeiter im Projekt »Karten für die Zukunft«, Josefine Beck hat das Projekt seit 2011 geleitet. Dr. Birgit Reger arbeitet jetzt an der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Wolfgang Falk arbeitet an der LWF in der Abteilung »Boden und Klima«. Korrespondierender Autor: [Wolfgang.Falk@lwf.bayern.de](mailto:Wolfgang.Falk@lwf.bayern.de)

Das Staatsministerium informiert:

## Zum Umgang mit dem Standortinformationssystem

### Warum brauchen wir ein Standortinformationssystem?

Die Beratung der Waldbesitzer zu Fragen der Waldbewirtschaftung unter Berücksichtigung der Risiken des Klimawandels ist eine Kernaufgabe der Forstverwaltung. Hierzu werden seit 2008 unter anderem die Klimarisikokarten eingesetzt. Diese waren jedoch von der Handhabung her aufwendig und auf wenige Baumarten beschränkt. Deshalb wurde frühzeitig eine umfassende Weiterentwicklung begonnen. Zugleich konnten neue wissenschaftliche Erkenntnisse und digitale Bodeninformationen mitverwertet werden.

### Ersetzt das Standortinformationssystem die analogen Standortskarten?

Nein. Standortinformationssystem und analoge Standortskarten ergänzen sich gegenseitig. Aufgrund der verwendeten digitalen Datengrundlagen sind der räumlichen Auflösung des Standortinformationssystems Grenzen gesetzt. Dies betrifft v. a. kleinräumigere Standortverhältnisse. Deshalb bleibt die bewährte, aber nicht digital verfügbare Standortskarte weiterhin wichtige Informationsquelle für eine Beratung auf solider Datenbasis.

### Trifft das System die Entscheidung der Baumartenwahl?

Nein. Die Anbauriskokarten können und wollen keine abschließende Baumartenwahl treffen. Die Karten zeigen Möglichkeiten und Risiken auf. Sie ersetzen nicht die forstfachliche Beurteilung bei waldbaulichen Entscheidungen, sondern sind Informationsquelle für die Beratung und die Entscheidung des Waldbesitzers. In die Beurteilung müssen weitere Kriterien (z. B. Eigentümerziele, waldbauliche Situation, jagdliche Rahmenbedingungen) einbezogen werden. Entscheidend ist dabei nicht die Einwertung einzelner Baumarten, sondern ob stabile klimaangepasste Mischbestände entstehen.

### Was bedeuten die Angaben für den Waldbesitzer?

Der Waldbesitzer trifft innerhalb der Leitplanken des Waldgesetzes für Bayern weiterhin eigenverantwortlich die Entscheidung, welches Risiko er bei der Baumartenwahl bereit ist einzugehen. Neben der Baumartenwahl gibt es forstlich weitere Möglichkeiten, Risiken zu reduzieren (z. B. angepasste Baumartenmischung, rechtzeitige und konsequente Pflege, angepasste Umtriebszeiten).

### Geht alles in Richtung Laubholzbestände?

Nein. Ziel der Beratung durch die Forstverwaltung sind grundsätzlich gemischte Bestände aus standortsgemäßen Nadel- und Laubbäumen. Denn nicht nur unter den Aspekten des Klimawandels gilt: Wer streut, rutscht nicht.

### Welche Informationen erhalten die Waldbesitzer?

Das Standortinformationssystem ist als Expertensystem für die Beratung durch die Forstverwaltung konzipiert und an unsere BayWIS-Plattform gebunden. Selbsthilfeorganisationen der Waldbesitzer sowie Forstbetriebe im Privat- und Körperschaftswald mit eigenem Personal werden aufbereitete Produkte erhalten.

Franz Brosinger und Urban Treutlein, StMELF

# Stoffeinträge sind ein Standortsfaktor

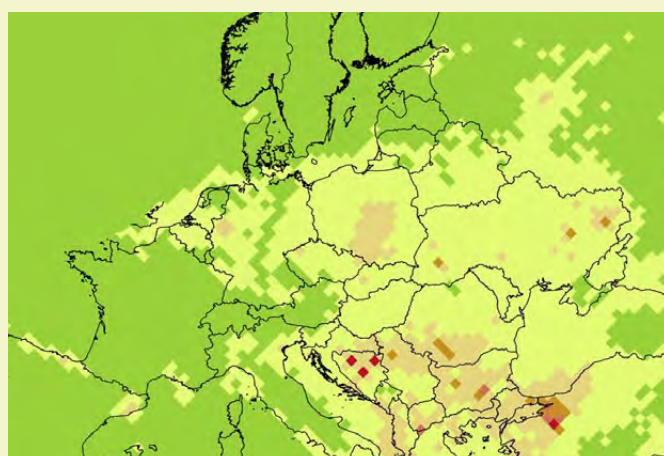
Internationale Modellrechnungen und langjährige Messungen an Waldklimastationen belegen Überschreitung kritischer Belastungsschwellen

Stephan Raspe, Hans-Peter Dietrich und Lothar Zimmermann

**Stoffeinträge aus der Luft sind in den bevölkerungsreichen Industrie- und Agrarregionen Mitteleuropas zu einer festen Größe geworden. Sie müssen ebenso wie die Grundausstattung der Böden als Standortsfaktoren für die stoffliche Beurteilung von Waldökosystemen beachtet werden. Die regionalen Unterschiede und zeitlichen Entwicklungen der Schadstoffbelastung unserer Wälder durch Schwefel und Stickstoff werden im Folgenden näher beleuchtet und Perspektiven für die Zukunft dargestellt.**

Mit der Industriellen Revolution wurde die Luftverschmutzung in den Industrieländern zu einer ständig wachsenden Bedrohung für Mensch und Natur. In den Abgasfahnen von Industriezentren kam es zu Rauchgasschäden an Wäldern, die teilweise bis zum Absterben der Bäume führten. Die Folgen der Luftverschmutzung waren nicht mehr übersehbar. Ab Mitte der 1960er Jahre begannen wirksame Proteste der Bevölkerung gegen diese Verschmutzung und im Jahr 1974 wurde mit dem Bundesimmissionsschutzgesetz in Deutschland das erste Gesetz zur Luftreinhaltung beschlossen. Zunächst versuchte man den Luftschadstoffen durch höhere Schornsteine und Herausfiltern von Rauch und Ruß Herr zu werden. Dadurch wurde das Problem jedoch nicht gelöst, sondern zum Teil noch verstärkt. Zum einen wurden mit den Stäuben die basisch wirksamen Komponenten aus den Abgasen herausgefiltert und zum anderen die übrig bleibenden Schwefel- und Stickstoffoxide über Tausende von Kilometern verbreitet. Es konnte sich der sogenannte »Saure Regen« bilden. Die Stoffeinträge

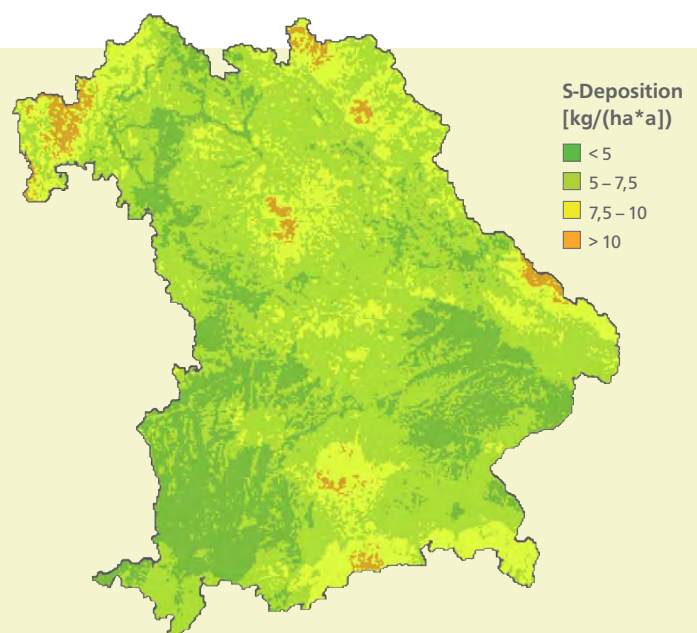
in die Wälder wurden so zu einem länderübergreifenden Umweltproblem. Nachdem klar geworden war, dass hohe Schornsteine keine Lösung waren, mussten die Emissionen auf internationaler Ebene reduziert werden. Die Stockholmer UN-Umweltkonferenz von 1972 und die Genfer Luftreinhaltekonvention 1979 (Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution) führten zu internationalen Verträgen mit weitreichenden Maßnahmen zur Emissionsminderung und Umweltüberwachung. Die regelmäßige Überwachung der Luftqualität ist seitdem Aufgabe der Umweltbehörden der Länder. Die Auswirkungen der Belastungen auf die Wälder werden seit mehr als 20 Jahren in Bayern wie in ganz Europa systematisch erfasst und an ausgewählten Referenzstandorten des forstlichen Intensivmonitorings registriert und dokumentiert. Klar ist heute, dass durch den Einbau von Schwefelfilteranlagen und Effektivitätssteigerungen beim Energieeinsatz die Schwefeldioxid-Emissionen mittlerweile um 70 bis 95 % reduziert werden konnten. Der Säureeintrag in die Wälder ist



S-Deposition [kg/(ha\*a)]

< 5	10 – 20	30 – 40
5 – 10	20 – 30	> 40

Abbildung 1: Modellierte Schwefeleinträge in Europa im Jahr 2010  
Datenquelle: Buitjes et al. 2011



S-Deposition [kg/(ha\*a)]

< 5
5 – 7,5
7,5 – 10
> 10

Abbildung 2: Modellierte Schwefeleinträge in Bayern 2007  
Datenquelle: Gauger et al. 2008

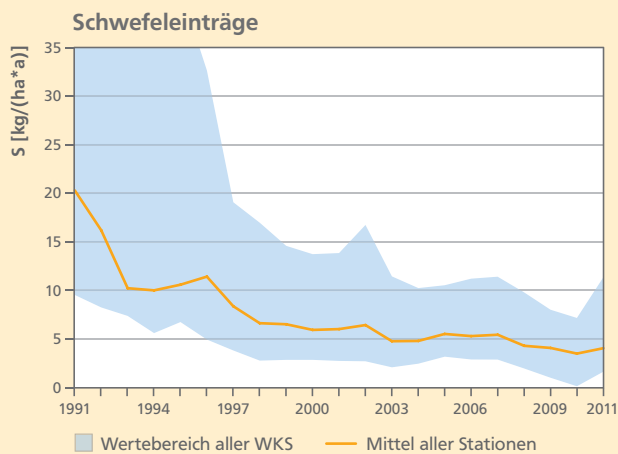


Abbildung 3: Mittlerer Verlauf der Schwefel-Deposition an allen Waldklimastationen von 1991 bis 2011

dadurch deutlich zurückgegangen. Bei den Stickstoffeinträgen waren die Minderungsmaßnahmen bislang weniger erfolgreich. Mittel- bis langfristig muss weiterhin mit erhöhten Stickstoffeinträgen als feste Standortgröße gerechnet werden.

### Schwefeleinträge sind deutlich zurückgegangen

Neuste europaweite Modellberechnungen zur räumlichen Ausdehnung der Schadstoffeinträge auf der Grundlage nationaler Emissionskataster (Bultjes et al. 2011) zeigen, dass heute deutschlandweit fast überall weniger als 10 kg/(ha\*a) (Kilogramm je Hektar und Jahr) Schwefel in die Wälder eingetragen wird (Abbildung 1). In den 1980er Jahren waren es in den meisten Regionen noch über 40 kg/(ha\*a). Auch nach flächenmäßig höher aufgelösten Modellierungen des Umweltbundesamtes für Deutschland (Gauger et al. 2008) liegen die Schwefeleinträge in weiten Teilen Bayerns meist um oder unter 5 kg/(ha\*a), also auf nahezu Reinluftniveau (Abbildung 2). Nur um die Ballungsräume sowie in den ostbayerischen Grenzgebieten und dem nordbayerischen Einflussbereich des Großraums Frankfurt geben die Modelle noch höhere Schwefelbelastungen von über 10 kg/(ha\*a) aus. Bestätigt werden diese Modellergebnisse von den tatsächlich im Wald gemessenen Schwefeleinträgen an den bayerischen Waldklimastationen (Abbildung 3). Im Mittel aller Waldklimastationen liegen die Schwefeleinträge mit der Kronentraufe auf den Waldboden in den letzten Jahren immer unter 5 kg/(ha\*a). Zu Beginn der Messungen an den Waldklimastationen betrug der mittlere Eintrag noch über 20 kg/(ha\*a) mit Spitzenwerten an einzelnen Stationen, die weit darüber lagen. Insofern dokumentieren auch diese Messreihen die erfolgreiche Luftreinhaltepolitik im Bezug auf die versauernden Schwefeleinträge.

### Stickstoffeinträge werden zum Standortfaktor

Doch bei den Luftverunreinigungen durch Stickstoff zeigt sich ein ganz anderes Bild. Hier wird aus der europäischen Übersichtskarte ein klarer Belastungsschwerpunkt in Mittel- und Zentraleuropa sichtbar (Abbildung 4). Die Einträge liegen hier aktuell bei über 20–30 kg/(ha\*a) und haben sich seit den 1980er Jahren kaum vermindert. Innerhalb von Deutschland sind die Belastungsschwerpunkte in der Norddeutschen Tiefebene und in Süddeutschland klar zu erkennen. Fast in ganz Bayern überschreiten die Stickstoffeinträge mit 15 kg/(ha\*a) eine Schwelle (Abbildung 5), bis zu der man in der Regel von verträglichen Stickstoffeinträgen in unseren Wäldern ausgehen kann (Bobink et al. 2011). Für viele Gebiete geben die Modellierungen des Umweltbundesamtes auch Einträge deutlich über 20 kg/(ha\*a) aus. Die Messreihen der Waldklimastationen bestätigen die Modellierungen, auch wenn sie im Mittel etwas niedriger liegen (Abbildung 6). Die Depositionsmessungen an den Waldklimastationen erfassen jedoch im Wesentlichen nur die nasse Deposition mit dem Bestandesniederschlag, während in den Modellrechnungen auch die gasförmigen Stickstoffeinträge in die Wälder berücksichtigt werden. Aus den Zeitreihen der Waldklimastationen wird jedoch deutlich, dass die Stickstoffeinträge in den letzten 20 Jahren kaum zurückgegangen sind. Eine nachhaltige Minderung ist nicht in Sicht (UBA 2010). Daher wird man sich wohl mittel- bis langfristig mit dieser überdimensionierten Stickstoffdüngung aus der Atmosphäre auf weiter Fläche einstellen müssen. Wegen der guten Filterwirkung sind die Einträge in Nadelwäldern regelmäßig höher als zum Beispiel in Laubwäldern. Windexponierte Waldränder weisen stets höhere Einträge auf als geschlossene Waldbestände.

### Bewertungskonzept Critical Load

Die Schwefel- und Stickstoffeinträge greifen aufgrund ihrer säurebildenden und eutrophierenden Eigenschaften unmittelbar in die ökosystemaren Stoffkreisläufe der Waldökosysteme ein. Dadurch ändern sich unter anderem die Nährstoffgleichgewichte im Boden, wodurch es zu Verschiebungen der Artenzusammensetzung, zu Änderungen in der Ökosystemvielfalt sowie zur Verminderung der Baumvitalität kommen kann. Weitere Folgen sind Nährstoffverluste mit dem Sickerwasser und die erhöhte Freisetzung von Klimagasen (BMELV 2009). Um die Wirkung der Stoffeinträge objektiver beurteilen zu können, wurde das Bewertungskonzept der Critical Loads entwickelt (Spranger et al. 2004). Dabei handelt es sich um kritische Belastungsgrenzen für Schadstoffeinträge, bei deren Überschreitung nach derzeitigem Kenntnisstand langfristig negative Veränderungen an Ökosystemen, wie zum Beispiel Wäldern, auftreten können. Sie werden häufig aus einer einfachen Massenbilanz berechnet, indem den Schadstoffeinträgen die entgegenwirkenden Prozesse und tolerierbaren Austräge gegenübergestellt werden. Kurzfristige Überschreitungen von Critical Loads müssen jedoch nicht zu unmittelbaren Schäden an Wäldern führen. Erst wenn die Stoffeinträge langfristig über diesen Grenzwerten liegen, sind Ökosystemschäden nicht mehr auszuschließen.

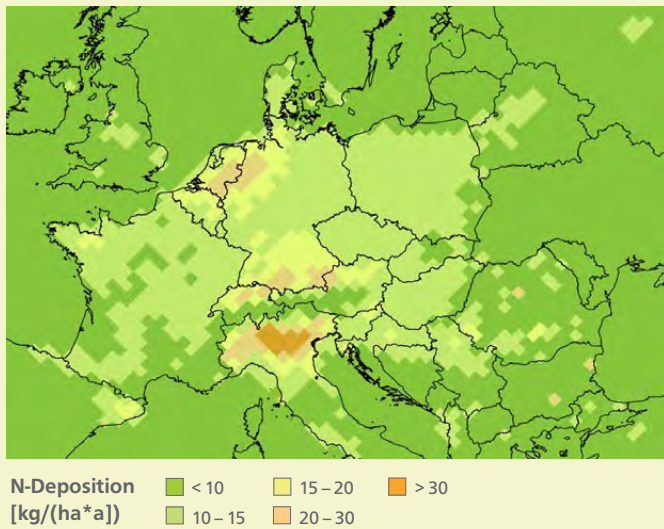


Abbildung 4: Modellierte Stickstoffeinträge in Europa im Jahr 2010  
Datenquelle: Buitjes et al. 2011

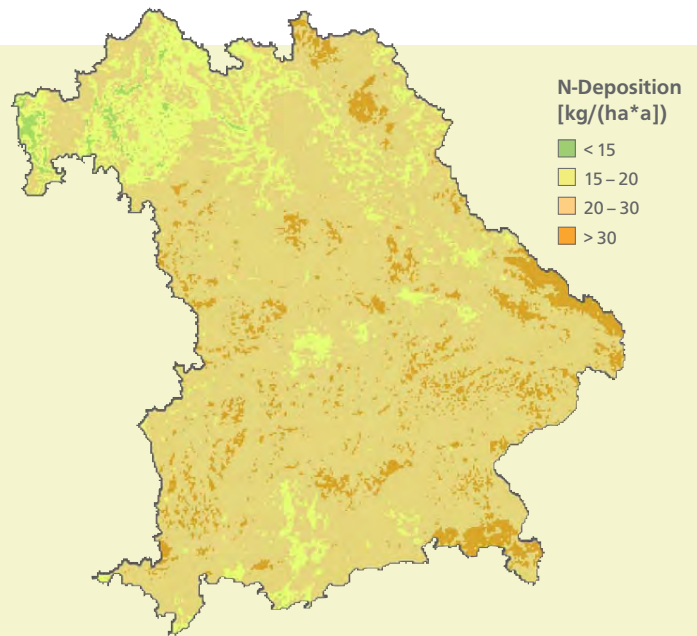


Abbildung 5: Modellierte Stickstoffeinträge in Bayern  
Datenquelle: Gauger et al. 2008

Dabei richtet sich das Hauptaugenmerk auf zwei wesentliche Prozesse im Stoffhaushalt von Wäldern, die Versauerung der Böden und die Eutrophierung. Während die Stickstoffeinträge bei beiden Prozessen von Bedeutung sind, spielen die Schwefeleinträge nur bei der Versauerung eine Rolle. Bei der Bodenversauerung werden die basischen Kationen Kalium, Magnesium und Calcium durch die mobilen Anionen Sulfat und Nitrat mit dem Sickerwasser aus dem Boden ausgewaschen. Je mehr von diesen mobilen Anionen also in der Bodenlösung vorhanden sind und nicht von den Wurzeln aufgenommen werden, desto mehr Basen verliert der Boden. Neben den natürlichen Prozessen spielt dabei die Höhe der Stoffeinträge eine entscheidende Rolle. Die Schwefeleinträge erfolgen fast

ausschließlich in Form von Sulfaten und auch der Stickstoff wird in der Regel ungefähr zur Hälfte als Nitrat eingetragen. Die andere Hälfte der Stickstoffeinträge erfolgt als Ammonium, das im Waldboden durch Mikroorganismen in Nitrat umgewandelt oder unter Abgabe von Säureäquivalenten von den Baumwurzeln aufgenommen wird. Insofern trägt auch diese Stickstoffkomponente zur Bodenversauerung bei. Den versauernd wirkenden Einträgen stehen Baseneinträge aus der Luft und die Basennachlieferung aus der Verwitterung (nachschaufende Kraft des Bodens) gegenüber. Werden mehr Säuren als Basen eingetragen oder nachgeliefert, kommt es zu einer weiteren Bodenversauerung, die langfristig zu den oben erwähnten unerwünschten Veränderungen führen kann. Der Critical Load für Säureeinträge wäre dann überschritten.

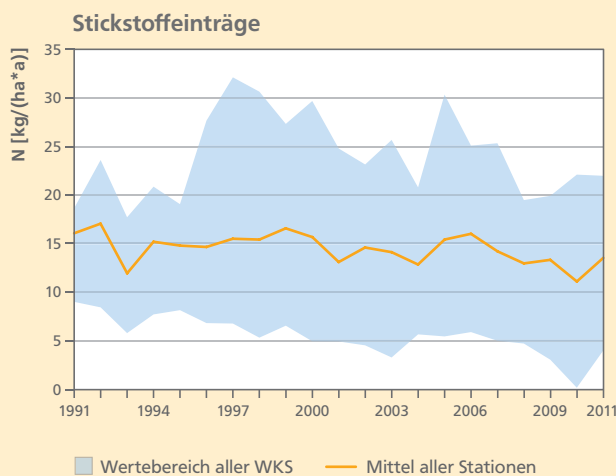


Abbildung 6: Mittlerer Verlauf der Stickstoff-Deposition an allen Waldklimastationen von 1991 bis 2011

Ähnlich verhält es sich mit dem Critical Load für Eutrophierung. Hier spielen jedoch nur die Stickstoffeinträge eine Rolle. Grundsätzlich ist Stickstoff ein für das Wachstum der Wälder wichtiges Nährelement, das von Natur aus limitiert ist und nicht aus der Verwitterung nachgeliefert werden kann. Da die Bäume und Waldbodenvegetation aber nur eine begrenzte Menge an Stickstoff aufnehmen und binden können und auch die Speichermöglichkeiten in den Böden begrenzt sind, führen zu hohe Stickstoffeinträge zu Nitrat- und Ammoniumauswaschung mit dem Sickerwasser. Man spricht dann von Stickstoffsättigung mit den zuvor beschriebenen negativen Auswirkungen auf die Funktionen des Waldökosystems und die Qualität des Sickerwassers. Zur Einhaltung des Critical Loads für eutrophierenden Stickstoff sollten daher die Stickstoffeinträge nicht höher sein als die Stickstoffaufnahme- und speicherfähigkeit des Waldökosystems.

### Regionale Unterschiede der Belastung

Betrachtet man nun die Entwicklung der Schwefel- und Stickstoffeinträge der letzten 20 Jahre vor dem Hintergrund dieser beiden Critical Load-Werte, so werden verschiedene Reaktionsmuster deutlich (Abbildung 7). Aufgrund der Reduktion der Schwefeleinträge übersteigen die Gesamtsäureeinträge an der Waldklimastation Mitterfels im Vorderen Bayerischen Wald auf basenarmem Ausgangsgestein den Critical Load für Säure heute nicht mehr. Dennoch liegen die Stickstoffeinträge noch immer über der Belastungsschwelle für die eutrophierende Wirkung des Stickstoffs, da sie in der Zeitreihe von 1991 bis 2011 kaum zurückgegangen sind.

Für einen relativ starken Rückgang sowohl des Schwefel- wie auch des Stickstoffeintrags steht die Waldklimastation Rothenkirchen im Frankenwald. An der Station im ehemals stärker belasteten Nordosten Bayerns werden beide kritischen Belastungsschwellen noch immer überschritten. Wenn eine der beiden Eintragskomponenten zusätzlich reduziert würde, könnte die Belastungsgrenze für Säureeinträge aber relativ rasch eingehalten werden.

An der ballungsraumnahen Waldklimastation Altdorf im Nürnberger Reichswald sind dagegen seit 1991 nur die Schwefeleinträge zurückgegangen. Die Stickstoffeinträge blieben unverändert hoch. An der Waldklimastation Altdorf ist heute ausschließlich die Stickstoffdeposition für die zu hohen Säureeinträge verantwortlich.

Ein Beispiel für Wälder, an denen der Critical Load für Säure schon immer unterschritten wurde, stellt die Waldklimastation im Nationalpark Berchtesgaden auf 1.500 m Meereshöhe unterhalb des Watzmanns dar. Zum einen waren hier die Stoffeinträge seit Beginn der Messungen besonders niedrig, zum anderen sind aber auch die Puffereigenschaften der kalkalpinen Böden besonders hoch. Selbst unter den annähernden Reinluftbedingungen gingen die Schwefel- und Stickstoffeinträge seit Anfang der 1990er Jahre weiter zurück, so dass heute sogar die kritische Belastungsschwelle für eutrophierenden Stickstoff erfolgreich unterschritten wird.

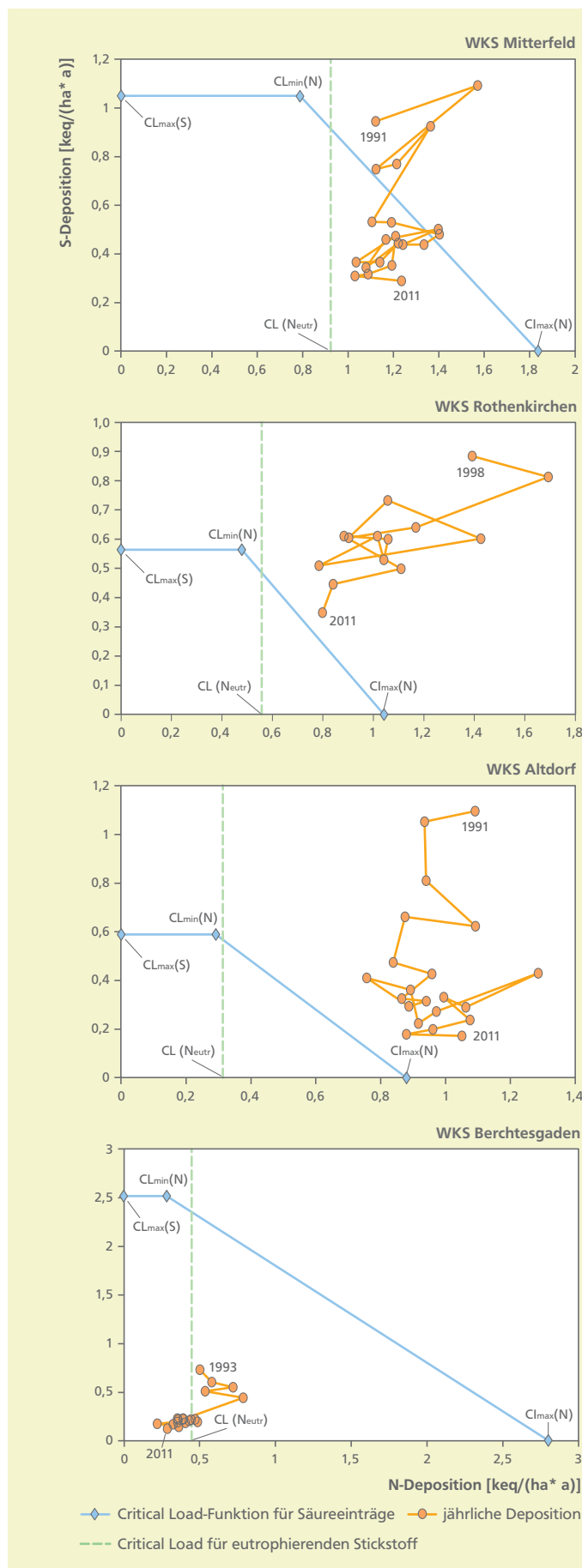


Abbildung 7: Entwicklung der Stickstoff (N)- und Schwefel (S)-Deposition an den Waldklimastationen Mitterfels, Rothenkirchen, Altdorf und Berchtesgaden im Zeitraum 1991 bis 2011 (Trajektorien) im Vergleich mit den Critical Load-Funktionen für Säureeinträge (blaue Linie, zur Erläuterung der Grafiken siehe Kasten).

## Zusammenfassung

Die Stoffbelastung der Wälder durch Luftverunreinigungen in den bevölkerungsreichen Industrie- und Konsumgesellschaften Mitteleuropas ist zu einem »festen« Standortfaktor geworden, auch wenn die bislang umgesetzten Luftreinhaltemaßnahmen eindeutig messbare Verbesserungen insbesondere bei den Schwefeleinträgen in den letzten 30 Jahren erzielt haben. Die Säureeinträge sind nur noch an wenigen Standorten höher als die kritischen Belastungsgrenzen. Das Hauptproblem stellt weiterhin der Stickstoff aus der Luft dar. Hier ist auf absehbare Zeit nicht mit deutlichen Entlastungen zu rechnen. Ein rückläufiger Trend der Stickstoffeinträge ist derzeit an den bayerischen Waldklimastationen noch nicht zu erkennen. Stickstoff als wachstumslimitierender Faktor für Waldbäume dürfte daher der Vergangenheit angehören. In den sehr wüchsigen bayerischen Wäldern muss in Zukunft mit einer zunehmenden Stickstoffsättigung und ihren Folgen für die Nährstoffgleichgewichte, die Bodenvegetation und das Trinkwasser gerechnet werden.

## Literatur

BMELV - Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Hrsg.) (2009): *Waldbericht der Bundesregierung 2009*.

Bobbink, R.; Hettelingh, J.-P. Hrsg. (2011): *Review and revision of empirical critical loads and dose-response relationships*. Expertworkshop in Noordwijkerhout, 23-25 Juni 2010; Proceedings; ISBN: 978-90-6960-251-6; RIVM report 680359002

Builtjes, P.; Hendriks, E.; Koenen, M.; Schaap, M.; Banzhaf, S.; Kerschbaumer, A.; Gauger, Th.; Nagel, H.-D.; Scheuschner, T.; Schlutow, A. (2011): *Abschlussbericht zum UFOPLAN-Vorhaben FKZ 3707 64 200: Erfassung, Prognose und Bewertung von Stoffeinträgen und ihren Wirkungen in Deutschland (Modelling of Air Pollutants and Ecosystem Impact - MAPESI)*. Im Auftrag des Umweltbundesamtes, gefördert vom BMU. Dessau-Rosslau

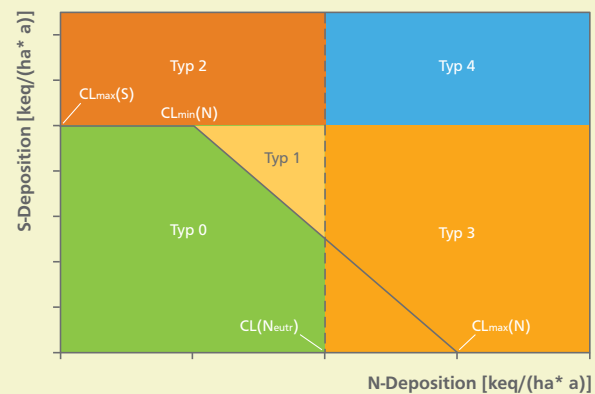
Gauger, Th.; Haenel, H.-D.; Rösemann, C.; Nagel, H.-D.; Becker, R.; Kraft, Ph.; Schlutow, A.; Schütze, G.; Weigelt-Kirchner, R.; Anshelm, F. (2008): *Nationale Umsetzung UNECE-Luftreinhaltekonvention (Wirkungen) - Teil 2: Wirkungen und Risikoabschätzungen: Critical Loads, Biodiversität, Dynamische Modellierung, Critical Levels Überschreitungen, Materialkorrosion*. Umweltbundesamt (Hrsg.), Texte 39/08, 291 S.

Spranger, T.; Lorenz, U.; Gregor, H.-D. (2004): *Manual on methodologies and criteria for Modelling and Mapping Critical Loads & Levels and Air Pollution Effects, Risks and Trends*. Umweltbundesamt (Hrsg.), Texte 52/04

UBA- Umweltbundesamt (2010): *Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen 1990-2008*. Fassung zur EU Submission 15.01.2010, Umweltbundesamt (Hrsg.), Dessau

Dr. Stephan Raspe, Hans-Peter Dietrich und Dr. Lothar Zimmermann sind Mitarbeiter in der Abteilung »Boden und Klima« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. [Stephan.Raspe@lwf.bayern.de](mailto:Stephan.Raspe@lwf.bayern.de)

## Die Critical Load-Funktion



Seit Mitte der 1990er Jahre orientiert sich die europäische Luftreinhaltung verstärkt an den unmittelbaren Wirkungen der Luftschadstoffe auf Mensch und Umwelt. Emissionsminderungsziele werden aus der räumlichen Verteilung von Schadstoffeinträgen und der Höhe der Überschreitung kritischer Wirkungsschwellen (Critical Load) abgeleitet. Nur bei Einhaltung dieser Critical Loads ist langfristig keine Beeinträchtigung der Gesundheit der Wälder und Waldböden zu befürchten. Will man die jeweilige Säurebelastung bewerten, muss man die aktuell gemessenen Gesamtdepositionen an Säure und Stickstoff mit den naturwissenschaftlich abgeleiteten Critical Loads vergleichen. Die Critical Loads lassen sich jeweils nach international abgestimmten Methoden ökosystemspezifisch berechnen, wie im Text kurz beschrieben. Eckpunkte der dargestellten Critical Load-Funktion bilden die langfristig maximal zu tolerierenden Schwefeleinträge ( $CL_{\max}(S)$ ) und Stickstoffeinträge ( $CL_{\max}(N)$ ) sowie der minimale Nährstoffbedarf an Stickstoff ( $CL_{\min}(N)$ ) des jeweiligen Ökosystems. Diese drei Punkte können dann als Critical Load-Funktion in einem Koordinatendiagramm der Schwefeleinträge über den Stickstoffeinträgen dargestellt werden (siehe Abbildung). Zusätzlich ist im Diagramm die spezifische Critical Load für die eutrophierende Wirkung der Stickstoffeinträge ( $CL(N_{\text{eutr}})$ ) angegeben, der die Folgen des übermäßigen Nährstoffangebots an Stickstoff bewertet. Trägt man nun die jährlich gemessenen Schwefel- und Stickstoffeinträge in ein solches Koordinatendiagramm ein, so wird aus der Lage der Depositionspunkte zur Critical Load-Funktion die Einhaltung oder Überschreitung der ökologischen Belastungsgrenzen ersichtlich. Dabei lassen sich vier Belastungstypen unterscheiden:

**Typ 0:** Depositionspunkte befinden sich innerhalb der Funktion; die Critical Loads werden nicht überschritten.

**Typ 1:** Überschreitung der Critical Load-Funktion nur durch Kombination der Schwefel- und Stickstoffeinträge; es sollten wahlweise Schwefel- und/oder Stickstoffeinträge gesenkt werden.

**Typ 2:** Schwefeldominierte Überschreitung der Critical Loads für Säure; zunächst sollte Schwefeleintrag reduziert werden.

**Typ 3:** Stickstoffdominierte Überschreitung beider Critical Loads; zunächst sollte Stickstoffeintrag reduziert werden.

**Typ 4:** Beide Critical Loads werden von beiden Schadstoffen überschritten; Schwefel- und Stickstoffeinträge sollten gesenkt werden.

# Saat und Pflanzen

Nachrichten aus dem Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht

ASP

## AUS DER FORSCHUNG

### Wildapfel – Baum des Jahres

Forschungsprojekt belegt ernsthafte Gefährdung des Wildapfels in Bayern

Gerhard Huber und Andreas Wurm

**Im Rahmen des Projektes »Erfassung seltener Baumarten«, das vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz finanziert wird, wurde intensiv nach Wildapfel-Vorkommen in Bayern gesucht. Die Aufnahme der Vorkommen erfolgte nach einem bundeseinheitlichen Aufnahmesystem. Erstmals überprüft das bayerische Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht die Artreinheit der Wildäpfel auch genetisch.**

Wegen seines geringen Höhenwuchses und hohen Licht- und Wärmebedarfs besitzt der Wild- oder Holzapfel (*Malus sylvestris*) nur eine geringe Konkurrenzkraft gegenüber anderen Waldbäumen. Waldränder, lichte Eichenwälder und Auwälder sind daher seine bevorzugten Lebensräume. Er zählt deshalb zu den seltenen Baumarten.

Bei der von 2009 bis 2011 vom Bayerischen Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht (ASP) durchgeführten Erfassung wurde allen Hinweisen und sonstigen Infor-



Abbildung 1: Verblühende Wildapfelblüte

mationen über mögliche Vorkommen nachgegangen. Die Trennung zwischen Wild- und Kulturform erfolgte zunächst im Feld anhand morphologischer Merkmale wie zum Beispiel Blütenform, Fruchtgröße sowie Stamm- und Blattmerkmalen. Zur Absicherung wurden die größeren Wildapfel-Vorkommen genetisch überprüft.

Bei der aktuellen Kartierung in Bayern wurden in 16 Vorkommen nur noch 72 Bäume als Wildäpfel angesprochen. Das sind circa 1,3% der in Deutschland kartierten Wildäpfel und circa 1,2% der deutschlandweiten Vorkommen. Nur drei bayerische Vorkommen beinhalten mehr als vier Bäume. Im Landkreis Donau-Ries wurden in zwei Vorkommen 35 Wildäpfel erfasst, im Landkreis Coburg elf Exemplare in einem Vorkommen. Diese Kleinpopulationen sind besonders wertvoll für die Erhaltung und genetische Vielfalt der Baumart sowie für die Saatgutgewinnung. In keiner der gefundenen Wildpopulationen konnte natürliche Verjüngung festgestellt werden. Auch



Abbildung 2: Die Frucht des Wildapfels hat meist einen Durchmesser von lediglich 2 bis 4 cm.

wenn sicherlich nur ein Teil der Wildäpfel gefunden wurde, ist der Bestand in Bayern als stark gefährdet einzustufen.

Eine Vergrößerung der Restpopulationen durch künstliche Verjüngung und die Wiederansiedlung des Wildapfels an geeigneten Standorten wie zum Beispiel Waldrändern mit geeignetem Pflanzmaterial sind wichtige Maßnahmen, um diese Baumart in Bayern zu erhalten.

Bereits 1999 wurden deshalb vom ASP zwei Wildapfel-Plantagen (Klonarchive) in Laufen (Landkreis Berchtesgadener Land) und bei Übersee (Landkreis Traunstein) für die Ex-situ-Erhaltung angelegt. Aufgrund der Insektenbestäubung und der damit verbundenen Gefahr des Fremdpolleneintrags von Kultursorten müssen die Nachkommen vor ihrer Auspflanzung jedoch genetisch untersucht werden.

Gerhard Huber leitet das Sachgebiet »Erhaltung genetischer Diversität/ Klimawandel« am Bayerischen Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht. Andreas Wurm ist Mitarbeiter in diesem Sachgebiet. [Gerhard.Huber@asp.bayern.de](mailto:Gerhard.Huber@asp.bayern.de)

### Wildapfelplantage des ASP genetisch überprüft!

Wildäpfel können nicht ohne weiteres aufgrund morphologischer Merkmale als »echte Wildäpfel« bestimmt werden. Manche aus Samen von Kulturäpfeln entstandenen Bäume tragen Früchte, die den Wildformen zum Verwechseln ähnlich sehen. Auch die Vermischung von Kultur- und Wildform durch gegenseitige Bestäubung ist möglich. Eine genetische Untersuchung kann hier Aufklärung bringen. Kulturformen wurden nämlich aus *Malus sieversii* (Ursprung Tien Shan-Gebirge in Kasachstan) gezüchtet. Der Wild- oder Holzapfel (*Malus sylvestris*) ist nach der Eiszeit vermutlich aus Vorderasien nach Mitteleuropa zurückgewandert. Es handelt sich hier also um unterschiedliche Baumarten, die sich durch bestimmte Genvarianten an sogenannten Mikrosatellitenorten unterscheiden.

In der Wildapfelplantage des ASP in Laufen stehen derzeit 23 Bäume mit je drei Wiederholungen, d.h. jeder Baum wurde dreimal gepfropft und ausgepflanzt. Bei der genetischen Analyse dieser 23 Bäume im molekulargenetischen Labor des ASP stellte sich heraus, dass es sich bei 18 Bäumen tatsächlich um den Wildapfel (*Malus sylvestris*) handelt. Bei fünf Bäumen konnte eine Beimischung der Kulturform festgestellt werden.

Auch die Nachkommen der Plantage wurden genetisch analysiert. Von 18 der 23 Bäume wurden im Herbst 2012 Äpfel geerntet und insgesamt 86 Samen untersucht, um Aufschluss über die Artreinheit der Nachkommen zu bekommen. Sämtliche Nachkommen der als Kulturform identifizierten Bäume waren ebenfalls der Kulturform zuzuordnen. Drei von Wildäpfeln stammende Samen enthielten Anteile der Kulturform, die restlichen waren reine Wildäpfel. Die Vermischung von Kultur- und Wildform in den Samen ist somit minimal, nicht zuletzt weil sich derzeit noch Kulturäpfel in der Plantage befinden. Deshalb sollen diese nun entnommen werden. Wir hoffen, dass dann artenreine Wildapfelbäume aus dieser Plantage nachgezogen werden können. Diese müssen jedoch durch genetische Untersuchungen laufend überprüft werden.

Eine kürzlich abgeschlossene bundesweite Inventur der Wildapfelvorkommen (Beitrag Huber und Wurm, in diesem Heft) hat im Durchschnitt für natürlich vorkommende Bestände eine geringere genetische Vielfalt ergeben, als sie für die Wildapfelplantage festgestellt wurde. Dies lässt sich daraus erklären, dass in der Plantage Individuen aus verschiedenen Vorkommen zusammengefasst wurden, während in natürlichen Vorkommen oft nur noch wenige Individuen vorhanden sind. Solche Restvorkommen können nun mit artreinem Wildapfelmaterial nachgebessert werden.

Barbara Fussi

### Die Nachzucht des Wildapfels



Foto: K. Faust

Foto: Einjährige Wildapfel-Sämlinge im Jahr 2012

In der Wildapfelplantage Laufen beginnt die Ernte im Oktober. Wegen der keimhemmenden Wirkung des Fruchtsaftes müssen die Kerne vom Fruchtfleisch getrennt werden. Dazu verwendet man in der Regel Passiermaschinen, die die Äpfel zerreißen und die Kerne auswaschen. Anschließend kann das trockene Saatgut bei 2–5 °C gelagert werden. Soll nicht gleich im Herbst gesät werden, um das winterliche Risiko von Mäusefraß oder Pilzkrankungen zu umgehen, müssen die Samen vor der Frühjahrssaat stratifiziert werden. Vier Monate vor der geplanten Saat werden die Apfelkerne bei 3 °C in feuchten Quarzsand (Körnung 0,8–1,2 mm) geschichtet. Wildäpfel keimen bereits bei niedrigen Temperaturen. Bodentemperaturen über 15 °C können zu einer sekundären Keimhemmung führen. Das Sand-Samen-Gemisch ist regelmäßig umzuwälzen, bei Austrocknung zu befeuchten und auf Befehl mit Schimmelpilzen zu kontrollieren.

Ab Mai wird das stratifizierte Saatgut in Weichwandcontainer mit einem handelsüblichen Torfkultursubstrat gesät und in Höhe des Samendurchmessers abgedeckt. Um die Gefährdung durch Spätfröste zu umgehen, geschieht die Saat im Gewächshaus. Nachdem die Sämlinge die ersten vier bis fünf Blätter entfaltet haben, können sie zur Abhärtung ins Freiland gestellt werden. Das nährstoffarme Anzuchtsubstrat bedingt eine regelmäßige Düngergabe, um Wuchstockungen zu vermeiden. Als Rosengewächs besitzt der Wildapfel eine erhöhte Anfälligkeit gegen Pilzkrankungen.

Besonders das erste Jahr der Anzucht birgt vielerlei Gefahren, zum Beispiel Befall durch Mehltau, Rost oder andere Blattpilze. Bei Pilz- oder Insektenbefall müssen gegebenenfalls Fungizide bzw. Insektizide eingesetzt werden. Die angezogenen Pflanzen sind sehr frostempfindlich. So wurden im Winter 2011 mit Temperaturen von unter –20 °C nahezu alle einjährigen Wildäpfel letal geschädigt. Um Frostschäden zu verhindern, empfiehlt es sich, die Container nach dem Laubfall auf den Boden zu stellen und mit Erde zu umfüllen. Düngergaben während der Wachstumsphase sind rechtzeitig einzustellen, damit die Pflanzen rechtzeitig verholzen. Durch das rasche Jugendwachstum (v.a. der Wurzeln) müssen die Äpfel im zweiten Standjahr entweder verschult oder neu vertopft werden.

Karolina Faust

### Kartierung seltener Baumarten abgeschlossen

Die Ergebnisse der bundesweiten Erfassung und Dokumentation der Genressourcen der seltenen Baumarten *Wildapfel*, *Wildbirne*, *Eibe*, *Speierling*, *Elsbeere*, *Feldahorn*, *Flaumeiche*, *Grün-Erle*, *Grau-Erle* und *Gemeine Traubenkirsche* wurden bei der Abschlusstagung am 5. März in Eberswalde vor circa 150 Zuhörern offiziell vorgestellt. Das Projekt wurde im Auftrag des Bundesamtes für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) durchgeführt. An der Erfassung waren insgesamt acht Kartierbüros und neun forstliche Landesinstitutionen beteiligt.



Ziel des Projektes war es »Genzentren« und erhaltungsfähige Vorkommen zu finden, die für die nachhaltige Sicherung der Genressourcen einer Baumart besonders wertvoll sind. Hierzu wurden zahlreiche Parameter wie zum Beispiel Naturverjüngung, Vitalität und Durchmesserverteilung der Bestände aufgenommen, aus denen die Erhaltungsfähigkeit und Gefährdung der einzelnen Baumarten abgeleitet wurden. Über 7,5 Millionen Bäume in 4.026 Vorkom-

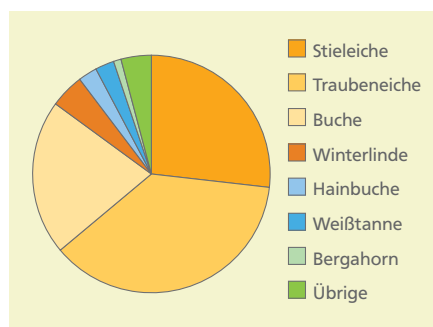
men mit einer Fläche von über 180.000 ha wurden kartiert.

Zudem wurden erstmalig vergleichbare genetische Untersuchungen an ausgewählten Vorkommen im Bundesgebiet durchgeführt. Dabei konnten wichtige Erkenntnisse über die genetische Vielfalt und Diversität sowie über regionale Unterschiede der untersuchten Baumarten herausgefunden werden. Nach den vorliegenden genetischen Ergebnissen können zum Beispiel

erstmalig ein südliches und nördliches Vorkommens-Gebiet der Eibe angenommen werden. Die Projekt-Ergebnisse stehen den Bundesländern für die Umsetzung von konkreten Erhaltungsmaßnahmen zur Verfügung. Sie eignen sich aber auch für weiterführende Untersuchungen oder Wiederholungsaufnahmen. Die Endberichte der untersuchten Baumarten können von der Internetseite der BLE: <http://www.ble.de> heruntergeladen werden. Gerhard Huber

## AUS DER LANDESSTELLE

### 2012 – ein »Eichenjahr«



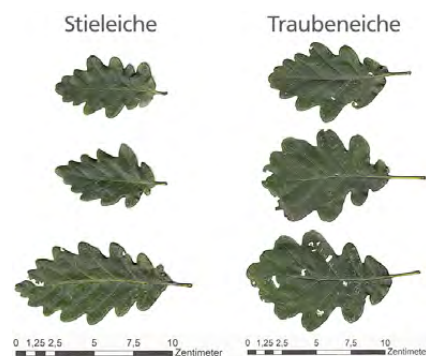
Anteil der einzelnen Baumarten am Erntegeschehen im Jahr 2012

Das Jahr 2012 war geprägt von einer geringen Fruktifikation der meisten Waldbäume. Lediglich bei der Baumart Eiche zeichnete sich ein überdurchschnittliches Erntejahr ab. Insgesamt wurden fast 200 Ernten in Bayern durchgeführt. Davon entfielen 22 % auf die Gewinnung von Wildlingen und 78 % auf die Ernte von Saatgut. Von den 151 Saatguternten fanden allein 124 bei den beiden Eichenarten statt. Insgesamt wurden dabei über 154 t Eicheln gesammelt. Diese Menge übertrifft sogar die Ergebnisse des Mastjahres 2009, als 110 t geerntet wurden. Besonders erfreulich war, dass bei der Traubeneiche im Herkunftsgebiet 10 »Spessart« etwas mehr als 29 t geerntet wurden, weil hier in den Jahren 2010 und 2011 kein oder nur sehr wenig Saatgut gewonnen werden konnte.

Unterdurchschnittlich war dagegen die Anzahl der Ernten bei den übrigen Baumarten (vgl. Abbildung). Bei Buche fand sogar keine einzige Saatguternte statt; allerdings wurden über 330.000 Wildlinge gewonnen.

Aufgrund der guten Mastjahre 2009 und 2011 mit 434 bzw. 356 Ernten ist jedoch bei den meisten Baumarten nicht mit Engpässen bei der Pflanzenproduktion zu rechnen. Sollten die Waldbäume – insbesondere die Laubbäume – jedoch auch 2013 nicht oder nur gering fruktifizieren, könnte es mittelfristig dazu kommen. Alois Zollner

### Stiel- und Traubeneiche in Erntebeständen sicher unterscheiden



Beispiel für die Ausprägung des Bestimmungsmerkmals »Stiellänge«

Bei der laufenden Revision des Erntezulassungsregisters hat sich gezeigt, dass viele Eichensaatguterntebestände Mischungen aus Stiel- und Traubeneiche sind. In der Praxis ist die Ansprache der jeweiligen Artanteile in den Beständen nicht immer einfach und führt häufig zu Fehleinschätzungen. Zum Teil wird die Beimischung der anderen Art unterschätzt oder ganz übersehen. Diese Fehler haben aber gravierende Folgen für die Saatguternten, Pflanzenanzucht in der Baumschule und auf die Begründung von standortgerechten Eichenbeständen.

Beide Eichenarten spielen gerade im Klimawandel eine wichtige Rolle. Aufgrund ihrer unterschiedlichen Standortsansprüche im Hinblick auf den Wasserhaushalt kommt es darauf an, die am besten auf den jeweiligen Standort angepasste Eichenart bei der Begründung neuer Waldgenerationen zu berücksichtigen. Wer Traubeneiche benötigt, muss auch Traubeneiche bekommen und nicht Stieleiche oder umgekehrt. Um Sicherheit sowohl bei den Waldbesitzern als auch bei den Forstsaatgut- und Forstpflanzenbetrieben zu schaffen, hat das ASP ein praxistaugliches Verfahren zur Unterscheidung der beiden Eichenarten in Saatguterntebeständen entwickelt.

Dazu untersuchte das ASP je einen Referenzbestand für Stiel- und Traubeneiche und vier Eichenmischbestände hinsichtlich ihrer Artzusammensetzung, um daraus die artdifferenzierenden Bestimmungsmerkmale abzuleiten. An rund 500 Einzelbäumen wurden Blattproben aus der Lichtkrone gewonnen und anhand morphologischer sowie genetischer Merkmale der jeweiligen Eichenart zugeordnet. In zwei Beständen wurden zusätzlich Bodenblätter in die Untersuchungen einbezogen, da dieses Vorgehen in der Praxis üblich ist.

Die statistische Auswertung der Untersuchungsergebnisse zeigte, dass die Ansprache der Blätter am Baum die sicherste Methode zur Art differenzierung und die Stiellänge das zuverlässigste Bestimmungsmerkmal sind. Die Ermittlung der Artanteile kann mit einem Fernglas oder Spektiv vom Boden aus erfolgen. Die Bestimmung über Bodenblätter ist dagegen unsicher und führt häufig zu Fehleinschätzungen. Alois Zollner

### ASP bei Waldbaureferententagung in Österreich

Auf Einladung des Österreichischen Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft hielt Frau Dr. Konnert bei der Tagung der österreichischen Waldbaureferenten einen Vortrag zum Thema »Feldversuche als Unterstützung für die Herkunftswahl im Klimawandel«. Vor allem die Umsetzung der Versuchsergebnisse des ASP in die Herkunftsempfehlungen in Bayern wurde positiv bewertet und am Beispiel der Weißtanne und Douglasie intensiv diskutiert.

Zum zentralen Tagungsthema »Genetik als Grundlage des Waldbaus« wurden auch die Arbeiten des Bundesamtes für Wald durch den Leiter des Institutes für Waldgenetik, Herrn Univ. Prof Dr. Thomas Geburek, und die Arbeiten des Instituts für Waldbau der Universität für Bodenkultur Wien durch den Vorstand des Instituts für Waldbau, Univ. Prof. DI Dr. Hubert Hasenauer, präsentiert. Die Diskussionen zeigten die zunehmende Bedeutung der Herkunftsfrage im Klimawandel, aber auch die Verunsicherung der Waldbesitzer und Entscheidungsträger zu diesem Thema. Gleichzeitig wurde deutlich, dass die Wissenschaft sich intensiv mit dem Thema beschäftigt, die Herkunftsversuche unter diesem Aspekt noch wichtiger werden und eine grenzüberschreitende gemeinsame Auswertung bestehender Versuchsanlagen notwendig ist. Es wurde vereinbart, den Austausch deutscher und österreichischer Wissenschaftler und Waldbauern zur Herkunftswahl zu vertiefen und bei der Anlage neuer Flächen zusammenzuarbeiten.

Monika Konnert

### Dr. Klaus Freyer in Ruhestand



Am 1. Februar trat Forstoberrat Dr. Klaus Freyer nach vollendetem 65. Lebensjahr in den verdienten Ruhestand.

Er war 41 Jahre in der Bayerischen Forstverwaltung tätig, darunter die letzten zwölf Jahre am ASP als Verantwortlicher für das forstliche Samenplantagenprogramm in Bayern. Geboren im Dezember 1947, in einer Zeit des Aufschwungs nach den schrecklichen Kriegsjahren, hat Dr. Freyer es nach erfolgreichem Studium der Forstwissenschaften und Promotion am Lehrstuhl für Anatomie, Physiologie und Pathologie der Pflanzen, durch Fleiß und Glück ohne Umwege geschafft, seinen Traumberuf Förster auszuüben. Trotz Freude an der wissenschaftlichen Arbeit wollte er zurück in den klassischen »Forstdienst«. Nach erfolgreichem Abschluss der großen forstlichen Staatsprüfung folgte die Anstellung im Beamtenverhältnis bei der Forstdirektion München. In diese Zeit fielen umfangreiche Arbeiten von ihm zur Standortserkundung in Oberbayern und insbesondere im Alpenbereich, darunter auch im Nationalpark Berchtesgaden. Noch heute sind viele Standortskarten Oberbayerns und des Nationalparks eng mit seinem Namen verbunden. 1986 folgte die Versetzung an das Forstamt Bad Reichenhall als stellvertretender Forstamtsleiter. 1992 wurde Dr. Freyer Leiter des Sachgebietes »Untere Forstbehörde« des Nationalparks Berchtesgaden. Ab 2001 erfolgte ein beruflicher »Neuanfang« am ASP, von dem seit 2005 vor allem die zahlreichen forstlichen Samenplantagen profitieren, um die er sich mit Nachdruck gekümmert hat.

Alle Kolleginnen und Kollegen des ASP wünschen Herrn Dr. Freyer alles Gute für den Ruhestand und noch lange Jahre in Gesundheit und Zufriedenheit. Monika Konnert

### ASP berät Slowenisches Forstforschungsinstitut

Das Slowenische Forstforschungsinstitut (SFI) in Ljubljana soll mit Förderung aus dem Strukturfonds der EU im Rahmenprogramm FP7 zu einem Zentrum für die forstliche Forschung in Südosteuropa ausgebaut werden. Dazu gehört auch der Bereich Forstsaatgut/Erhaltung forstlicher Genressourcen. Neben dem Aufbau der Infrastruktur (Geräte, Labore) für Saatgutprüfung und forstgenetische Laboruntersuchungen umfasst das Projekt die Fortbildung des Personals, die Erarbeitung von Strategien zur Umsetzung der Erkenntnisse in die forstliche Praxis und den Aufbau einer forstlichen Genbank. Das ASP wird als Projektpartner diese Aktivitäten unterstützen und beratend begleiten. Wissenschaftler und Techniker des SFI werden sich während der nächsten drei Jahre in mehrwöchigen Aufenthalten am ASP in den genannten Fachbereichen fortbilden. Wissenschaftler des ASP werden in Ljubljana Trainingseinheiten abhalten und bei dem Aufbau der Infrastruktur (genetische Labore, Genbank) beraten. Im zweiten Teil der dreijährigen Projektlaufzeit sollen gemeinsame Projekte durchgeführt werden, die für beide Institutionen praxisrelevant sind und bei denen der Austausch von Proben und die Standardisierung der Laboruntersuchungen eine zentrale Rolle spielen. Die Leiterin des ASP, Frau Dr. Monika Konnert, ist Mitglied des wissenschaftlichen Beirats des mit circa drei Millionen Euro dotierten Projektes. Das ASP hat schon seit über 15 Jahren intensive Kontakte mit dem SFI, die durch dieses Projekt weiter ausgebaut werden. Durch dieses Projekt erweitert das ASP seine internationale Vernetzung und Zusammenarbeit.

Monika Konnert



## IM BLITZLICHT

### Vier Jahre Waldbautraining

Ein neuer Weg der waldbaulichen Fortbildung in der Erfolgsspur

Wolfram Rothkegel und Ottmar Ruppert

**Mit der Neuorganisation der Bayerischen Staatsforstverwaltung in Bayerische Forstverwaltung und Bayerische Staatsforsten wurde das Einheitsforstamt aufgegeben. Damit war absehbar, dass im Laufe der Zeit das waldbauliche und forstbetriebstechnische Wissen innerhalb der Forstverwaltung immer weiter verloren gehen würde, da Synergieeffekte zwischen Staatswaldbewirtschaftung und Beratung nicht mehr greifen. Den Verantwortlichen war klar, dass neue Wege der Wissensvermittlung begangen werden müssen, wenn das Personal der Forstverwaltung weiterhin seinen sehr hohen Stand an Fachkenntnis und damit auch an Beratungskompetenz erhalten will.**

Mit der Neuorganisation der Forstverwaltung im Jahr 2005 begann auch für die Fortbildung der Mitarbeiter im Themenspektrum Waldbau eine neue Zeitrechnung. Die vorher gelebten Synergien auf der Ebene des Einheitsforstamtes und regional auf Forstdirektionsebene waren weggebrochen, eigene Erfahrungen, vor allem bei Berufseinsteigern, können nur sehr langsam gewonnen werden. Mit dem erwarteten Rückgang der Betriebsleitung und -ausführung im Kommunalwald wird das Personal der Forstverwaltung weniger als bisher seine Fachkenntnisse unmittelbar im praktischen Betriebsvollzug anwenden und damit Erfahrungswissen aufbauen. Durch Erfahrung gefestigtes und verprobtes Wissen ist aber für eine kundenorientierte, praxisnahe Beratung unerlässlich. Wie erhält man

unter diesen Rahmenbedingungen Beratungskompetenz? Wie kann aktuelles Wissen vermittelt und ein hoher Fortbildungsstand der Mitarbeiter gesichert werden?

Fragen, die sich einer großen Forstverwaltung stellten, Themenstellungen und Problemlösungen, die etwa zwei Jahre nach dem Neustart angegangen wurden.

Ein vor Ort stattfindendes Waldbautraining – mit dem schon in anderen Bundesländern Erfahrungen vorlagen – war das Mittel der Wahl. Die Herausforderungen für die zukünftige Behandlung unserer Wälder durch den Klimawandel waren die Triebfeder innerhalb des Klimaprogramms 2020 nach neuen Wegen der Vermittlung aktuellen Wissens an die Mitarbeiter zu suchen.

#### Neuer Ansatz in der Ausrichtung

Nicht Nachmachen, sondern Anpassung an die neuen Gegebenheiten und Rahmenbedingungen war die Devise. Die neue Organisationsstruktur und Aufgabenstellung für die Bayerische Forstverwaltung war mit denen anderer Länder nicht oder nur in wenigen Teilbereichen vergleichbar.



Foto: W. Rothkegel

Abbildung 1: In den zurückliegenden vier Jahren wurden insgesamt 2.300 Teilnehmer/innen geschult.

In Bayern steht die waldbauliche Beratung der Waldbesitzer im Vordergrund. Da eine direkte Umsetzung von waldbaulichen Richtlinien oder Konzepten im Privat- und Körperschaftswald nicht zielführend ist, steht die Stärkung der Entscheidungskompetenz und Eigenverantwortung im Vordergrund. Dabei spielt das Aufzeigen von verschiedenen Behandlungsmöglichkeiten und -alternativen der Waldbestände eine zentrale Rolle, um dem Waldbesitzer fundierte Entscheidungshilfen zu bieten. Diese Vorgaben, welche als neue Anforderungen an die Forstverwaltung gestellt werden, sind auch die Rahmenbedingungen für ein Waldbaustraining. Eine erweiterte Kundenorientierung – was wird an neuem Wissen für die Beratung benötigt, was wünscht sich der Waldbesitzer von einer kompetenten Beratung und wie sollte diese Beratung erfolgen – war die Leitlinie für die neue Ausrichtung. Kurz gesagt, was benötigt der waldbauliche Berater, damit er die Waldbesitzer für die zukünftigen Herausforderungen fit machen kann?

### Neuer Ansatz der Vorbereitung

Eine Vorgabe ist, aktuelle Erkenntnisse aus Wissenschaft und Forschung für die Praxis zur Verfügung zu stellen und nutzbar zu machen. Hierzu ist es wichtig, Experten aus vielen Fachbereichen (Technische Universität München, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Bayerische Staatsforsten) bei der inhaltlichen Vorbereitung einzubeziehen und komplexe Themenbereiche damit aufzubereiten bzw. abzudecken.

Es ist notwendig, Praktiker bereits in einer frühen Phase der Vorbereitung von Fortbildungsveranstaltungen einzubeziehen, um die erarbeiteten oder zugelieferten Inhalte zielgenau, für die Praxis anwendbar und akzeptabel vermitteln zu können. Die beteiligten Praktiker wirken bei der inhaltlichen Schwerpunktfindung und Ausrichtung mit, sie tragen für die Methodenwahl des Trainingsbetriebes und für Größe und Zuschnitt der Trainingsflächen Verantwortung.

Die Trainingsflächen – hier finden die waldbaulichen Übungen statt – sind genau definierte Waldflächen im Privat- oder Körperschaftswald mit themenabhängiger Größe von circa 0,1 bis 1 ha Größe. In der konkreten Flächennennung mit den dazugehörigen Themenstellungen und Problemlagen spiegelt sich die Eigenverantwortung der Ämter wider. In der Form einer Auftragsklärung werden die Flächen mit den beteiligten Ämtern ausgewählt und festgelegt.

Anschließend werden für diese Flächen relevante Daten (Vorrat, Grundfläche, Höhen etc.) erhoben und ausgewertet, damit waldbauliche Diskussionen bzw. der Erfahrungsaustausch auf einer soliden Basis beruhen.

Weitere Grundlagen für den Fortbildungserfolg sind eine gewissenhafte Vorbereitung der Veranstaltungen und die Ausgestaltung von Hilfsmitteln (z.B. Schulungsunterlagen) und Medien (Präsentationen, Poster und Folien).

### Gute Basis für die Weiterentwicklung gelegt

Das Waldbaustraining hat sich als fachpraktische Austauschplattform etabliert. Die Teilnehmer nahmen den Trainingsbetrieb, vor allem in den Praxisteilen, als gelebten und praxisbezogenen Wissensaustausch wahr. Nicht nur der Blick »über den Zaun« zu Kollegen, Herangehensweisen anderer Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten oder anderer Organisationen, sondern auch der generationenübergreifende Ansatz von Wissensvermittlung und Erfahrungsaustausch findet hier statt. In einer Verwaltung mit relativ wenig jungen Mitarbeitern ist es sinnvoll, die Erfahrung älterer Mitarbeiter weiterzugeben, aber auch die neuen Impulse, manchmal den (unverstellten) Blick auf die Thematik oder Problemlagen von jungen Mitarbeitern einzubeziehen und wirksam zu machen.

Mit der Erfahrung aus vier Jahren Trainingsbetrieb (105 Veranstaltungen auf 183 Trainingsflächen an 80 Standorten und circa 2.300 Teilnehmer/innen) sowie der intensiven Evaluierung der Veranstaltungen und einem gleichzeitig wirkenden Qualitätsmanagement konnte im Rahmen von KLIP 7 eine gute Basis für ein waldbauliches Fortbildungskonzept erarbeitet werden. Damit besteht die Chance, zukünftig mit diesem Wissen eine Fortbildungsstruktur zu etablieren, mit deren Hilfe die Ziele einer modernen Forstverwaltung auf hohem Niveau erreicht werden können.

Wolfram Rothkegel und Ottmar Ruppert sind die beiden Waldbaustrainer der Bayerischen Forstverwaltung und arbeiten in der Abteilung »Waldbau und Bergwald« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft.

*Wolfram.Rothkegel@lwf.bayern.de,  
Ottmar.Ruppert@lwf.bayern.de*



Foto: P. Jakob

Abbildung 2: Im Jahr 2011 bildete das Thema Kulturbegründung den Waldbaustrainingsschwerpunkt. Auf dem Foto werden die Teilnehmer dahingehend geschult, Kulturpflanzen vor der Pflanzmaßnahme richtig anzusprechen und einzuzwerten.

## IM BLITZLICHT

### Bergwaldprojekt e.V. erhält Georg-Dätzel-Medaille



v.l.n.r.: Peter Naumann und Julia Duch (Bergwaldprojekt e.V.) und Olaf Schmidt, Leiter des Zentrums Wald-Forst-Holz Weihenstephan

Diesjähriger Preisträger der Georg-Dätzel-Medaille ist der Verein Bergwaldprojekt e.V. Durch die Organisation ökologischer Arbeitseinsätze im Wald trägt der Verein besonders zu Schutz, Erhalt und Pflege des Bergwaldes, der Sensibilisierung der Öffentlichkeit für seine Funktionen und ihrer Motivation zu umweltverträglichem Handeln bei. Seit fast 20 Jahren mit mehr als 20.000 Freiwilligen leistet der Verein einen aktiven Beitrag zur Umsetzung und Verbreitung von Waldwissen. Stellvertretend für den Verein nahmen Peter Naumann und Julia Duch vom Bergwaldprojekt e.V. aus den Händen von Olaf Schmidt, Leiter des Zen-

trums Wald-Forst-Holz Weihenstephan, Urkunde und Medaille entgegen (Foto).

Die Georg-Dätzel-Medaille wird zur Würdigung von Projekten, Initiativen oder Aktionen verliehen, die die Anwendung und Umsetzung von Waldwissen in der forstlichen Praxis oder seine Verbreitung in der Öffentlichkeit fördern und damit eine Brücke zwischen dem forstlichen Kompetenzzentrum Weihenstephan und der Gesellschaft schlagen.

Susanne Promberger

### TUM-Studiengang als UN-Dekadenprojekt ausgezeichnet



v.l.n.r.: Klara Abt, TUM-Studienfakultät Forstwissenschaft und Ressourcenmanagement, Heidi Consentius, Arbeitsstelle UN-Dekade und Dieter Offenhäuser, stellv. Generalsekretär der Deutschen UNESCO-Kommission

Die Deutsche UNESCO-Kommission hat den internationalen Masterstudiengang »Sustainable Resource Management« der Technischen Universität München als offizielles Projekt der UN-Dekade »Bildung für nachhaltige Entwicklung« ausgezeichnet. Diese Auszeichnung erhalten Initiativen, die das Anliegen der globalen Bildungsoffensive der Vereinten Nationen vorbildlich umsetzen, indem sie nachhaltiges Denken und Handeln vermitteln.

Die Auszeichnung wurde dem Studiengang im Rahmen der weltweit größten Bildungsmesse »didacta« am 20. Februar verliehen. »Der Masterstudiengang Sustainable Resource Management der TUM zeigt eindrucksvoll, wie zukunftsfähige Bildung aussehen kann«, so Prof. Dr. Gerhard de Haan, Vorsitzender des Nationalkomitees und der Jury der UN-Dekade in Deutschland.

Nachdem der Studiengang am Wissenschaftszentrum Weihenstephan bereits 2006 ausgezeichnet wurde, freut sich die Studienfakultät Forstwissenschaft und Ressourcenmanagement nun über die neuerliche Auszeichnung. »Die Wiederauszeichnung würdigt insbesondere das Engagement der Studienfakultät um die inhaltliche Weiterentwicklung und die Verankerung des Studiengangs als Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung«, so Studiendekan Prof. Dr. Michael Weber.

TUM

## IM RÜCKBLICK

### Neujahrsempfang des ZWFH



Olaf Schmidt, Leiter des Zentrums Wald-Forst-Holz, begrüßt die Gäste zum diesjährigen Neujahrsempfang des Forstzentrums

Am 15. Januar 2013 fand der Neujahrsempfang des Zentrums Wald-Forst-Holz Weihenstephan im Foyer der Studienfakultät Wald und Forstwirtschaft der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf statt. Im Rahmen des Neujahrsempfanges wurde die Georg-Dätzel-Medaille an den Verein Bergwaldprojekt e.V. verliehen.

Olaf Schmidt, der Leiter des Zentrums Wald-Forst-Holz Weihenstephan, begrüßte die geladenen Gäste. Heinrich Förster, der Geschäftsführer des Zentrums Wald-Forst-Holz stellte die Highlights des zurückliegenden Jahres vor. Zu diesen gehörte die erstmalige Verleihung der Georg-Dätzel-Medaille, die an die Stadt Augsburg mit ih-

rem »Waldpavillon« ging. An eigenen Veranstaltungen waren das »Klimasyposium«, der »Weihenstephaner Forsttag«, der »Waldtag Bayern«, die »Forstwissenschaftliche Tagung« und die Ringvorlesung »Rio +20« herausragend. Hochkarätige Referenten griffen dabei Themen auf, die in der Forstbranche aktuell diskutiert werden. Ein weiteres Vorzeigeprojekt ist die Ausstellung »DenkMal im Wald! Kultur in der Natur«. Seit zwei Jahren wandert die Ausstellung über Bodendenkmäler durch ganz Bayern und ist für das Jahr 2013 bereits weitgehend ausgebucht.

Susanne Promberger

## IM RÜCKBLICK

### Staatsminister Helmut Brunner enthüllt Gedenkstein



Foto: ZWFH

Staatsminister Helmut Brunner (re.) und Olaf Schmidt, Präsident der LWF und Leiter des Zentrums Wald-Forst-Holz Weihenstephan

Am 22. März besuchte Helmut Brunner, Staatsminister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten das Zentrum Wald-Forst-Holz Weihenstephan und enthüllte am Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz einen Gedenkstein zu Ehren des Erfinders der Nachhaltigkeit, Hans Carl von Carlowitz. Der Gedenkstein, ein Amphibolit, stammt aus Freiberg in Sachsen, der Heimatstadt des Oberberghauptmannes Hans Carl von Carlowitz. Eine Bronzetafel zeigt sein Abbild und trägt als Inschrift das Zitat aus seinem Buch »daß es eine kontinuierliche beständige und nachhaltige Nutzung gebe«. Die Gedenkstein-Enthüllung fand im Rahmen der Tagung »Leben in den Grenzen unseres Planeten: Zum 300. Jahrestag des Begriffes Nachhaltigkeit« statt.

Susanne Promberger

### Tagung: Leben in den Grenzen unseres Planeten



Foto: ZWFH

Prof. Dr. Dr. Klaus Töpfer

Die Tagung zum 300. Jahrestag der Nachhaltigkeit am Zentrum Wald-Forst-Holz Weihenstephan informierte über die Ent-

wicklung und Umsetzung des Nachhaltigkeitsgedankens. Einmal aus forstgeschichtlicher Sicht, im Vordergrund standen jedoch die Gastvorträge aus der Wirtschaft, den Finanzmärkten und der Gesellschaftspolitik. Prof. Dr. Dr. Klaus Töpfer vom Institute for Advanced Sustainability Studies (IASS) Potsdam und ehemaliger Umweltminister sprach zu der Frage »Wie viel Nachhaltigkeit können wir uns leisten?«. Nachhaltiges Wirtschaften in der Lebensmittelbranche präsentierten die Hopffisterei München sowie die Siegsdorfer Petrusquelle im Chiemgau. Die Steyler Bank GmbH, St. Augustin, beleuchtete die derzeitige Rolle der Finanzmärkte im Zusammenhang mit nachhaltigem Wirtschaften.

Susanne Promberger

### Bayerisches Baumforum

Das Bayerische Baumforum ist ein Informationsforum für alle, die mit der Erfassung, Pflege und Kontrolle von Bäumen betraut sind. Das Forum fand am 14. März 2013 im Zentrum Wald-Forst-Holz bereits zum sechsten Mal statt. Die Fachtagung für Baumpfleger informierte dieses Jahr zum Schwerpunktthema »Management waldartiger Bestände im urbanen Bereich«. Olaf Schmidt, Präsident der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft und Leiter des Zentrums Wald-Forst-Holz Weihenstephan, begrüßte die knapp 300 Teilnehmer. Als aktuelles Schlaglicht berichtete er über den Befall des Asiatischen Laubholzbockkäfers, der derzeit in Feldkirchen bei München für Aufregung sorgt. Mit dem Abholzen und Entfernen der befallenen Bäume versucht man den Käfer auszurotten, um eine weitere Verbreitung in Bayern zu verhindern.

Dr. Heinz Bußler, ebenfalls von der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, stellte naturschutzrelevante Merkmale an Baumbeständen vor. Gerade Bäume, die naturschutzfachlich wertvolle Biotope beherbergen, zum Beispiel Totholz, Faulstellen, Höhlen usw. sind aus verkehrssicherungstechnischer Sicht kritisch zu bewerten. Hier tragen die Baumkontrolleure und Ausführenden auf der Fläche eine hohe Verantwortung. Zur breiten Themenpalette des Informationsforums zählte au-

ßerdem Befall durch *Phytophthora* und Mistel sowie die aktuelle Rechtsprechung bezüglich der Verkehrssicherungspflicht. Bei der angegliederten Fachausstellung zeigten 15 Aussteller neue Verfahren und Produkte zur Baumpflege.

Susanne Promberger

### Forstlicher Unternehmertag

Der Lehrstuhl für Forstliche Arbeitswissenschaft und Angewandte Informatik der Technischen Universität München TUM veranstaltete am 7. März 2013 am Zentrum Wald-Forst-Holz Weihenstephan den 17. Forstlichen Unternehmertag. Unter dem Motto »Einsam oder gemeinsam – Forst und Holz gegen den Rest der Welt?« wurden die aktuellen Herausforderungen diskutiert, mit denen sich die Forst- und Holzbranche derzeit auseinandersetzen muss. Forderungen nach Nutzungsverzicht und Zertifizierungsvorgaben erhitzen die Gemüter. Aus der Sicht des Waldbesitzes referierte Josef Ziegler vom Bayerischen Waldbesitzerverband. Die Position der Holzindustrie wurde von Lars Schmid vom Deutschen Säge- und Holzindustrie (DSH) Bundesverband e. V. erläutert. Beide Referenten betonten die Bedeutung einer nachhaltigen Bewirtschaftung der Wälder und sprachen sich klar gegen Nutzungseinschränkungen aus. Am Nachmittag schilderte die PR-Expertin Gisela Goblirsch die Wahrnehmung der Branche in der Öffentlichkeit und stellte die Bedeutung einer abgestimmten und einheitlichen Kommunikation heraus. Manfred Schachenmann von der Mondi AG in Wien berichtete über die Erfolge des österreichischen Branchenbündnisses FHP – Forst Holz Papier. Zum Abschluss zeigte Alexander Kirst von proHolz Bayern, dass auch in Deutschland bereits die Rahmenbedingungen für eine starke Branchenvertretung geschaffen wurden, und forderte dazu auf, das Bündnis proHolz Bayern zu unterstützen und mit Leben zu füllen. Über 300 Teilnehmern kamen nach Weihenstephan, um sich zu informieren, aber auch um den Rahmen der Veranstaltung zur Kontaktpflege zu nutzen. Abgerundet wurde der Forstliche Unternehmertag durch eine umfangreiche Fachausstellung.

red

## AUS DER LESEECKE

### Die Rückkehr der Pinselohren

Es zählt zu den ganz besonderen und seltenen Erlebnissen, einem freilebenden Luchs in Deutschlands Wäldern zu begegnen. In diesem Buch treffen Sie auf diesen wilden Gesellen und lernen ihn genauer kennen. Sie begleiten ihn auf seinen Streifzügen durch das wilde Deutschland, nehmen an seinem Familienleben teil und schauen ihm bei der Jagd über die Schulter.

Marco Heurich und Karl Friedrich Sinner  
**Der Luchs – Die Rückkehr der Pinselohren**  
 Verlag: Buch + Kunstverlag Oberpfalz  
 140 Seiten, 190 Abbildungen  
 ISBN: 987-3-935719-66-7  
 Preis: 24,95 EUR



### Dendrochronologie

Das Buch vermittelt sowohl Fachleuten als auch interessierten Laien den Schlüssel zum Lesen der Jahrringe. An ausgewählten, attraktiven Beispielen aus der Archäologie, Geschichte, Geomorphologie, den Umweltwissenschaften und der Isotopenphysik werden die vielfältigen Anwendungsgebiete der Jahrringforschung (Dendrochronologie) dargestellt.

Fritz Hans Schweingruber  
**Der Jahrring – Standort, Methodik, Zeit und Klima in der Dendrochronologie**



Verlag: Kessel  
 236 Seiten,  
 zahlreiche  
 Abbildungen  
 ISBN:  
 978-3-941300-67-5  
 Preis: 27 EUR

### Die Fauna im NWR Kinzigau

Hessen verfügt derzeit über 31 Naturwaldreservate (NWR). Im Jahre 1990 erstellte das Senckenberg Forschungsinstitut ein Konzept für die zoologischen Untersuchungen in allen hessischen Naturwaldreservaten. Damit soll eine möglichst umfassende qualitative Bestandsaufnahme der Tierwelt in den Naturwaldreservaten erreicht werden. Wiederholungsuntersuchungen dokumentieren anschließend den Verlauf der Sukzession von Regenwürmern, Spinnen, Wanzen, Käfern, Stechimmen, Großschmetterlingen, Vögeln und Fledermäusen. Nun liegen als Band 12 die zoologischen Untersuchungsergebnisse für das Naturwaldreservat Kinzigau vor. Der Band kann kostenlos von der Internetseite der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt unter <http://www.nw-fva.de/?id=233> heruntergeladen werden (7 MB).

Theo Blick, Wolfgang H.O. Dorow,  
 Jens-Peter Kopelke  
**Kinzigau – Zoologische Untersuchungen 1999–2001; Teil 1. Naturwaldreservate in Hessen**



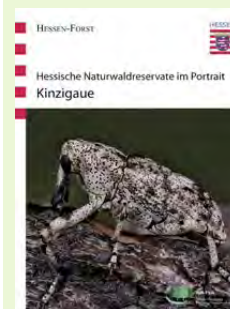
Band 12  
 348 Seiten,  
 zahlreiche  
 Abbildungen  
 ISSN: 2193-6676

### Hessisches NWR Kinzigau

Seit 2007 geben die Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt und der Landesbetrieb HESSEN-FORST die Reihe »Hessische Naturwaldreservate im Portrait« heraus. Im Dezember 2012 ist nun der Band Kinzigau erschienen. Es stellt überblickartig die Ergebnisse der fast 20-jährigen Erforschung dieses 18 ha großen Naturwaldreservates vor. Das Gebiet ist der erste Eichenmischwald, für den die in ihrer Intensität einzigartigen zoologischen Untersuchungen des Forschungsinstitutes Senckenberg abgeschlossen sind.

Das Heftchen kann kostenlos von der Internetseite der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt unter <http://www.nw-fva.de/?id=430> heruntergeladen werden (4 MB).

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Landesbetrieb HESSEN-FORST (Hrsg.)  
**Hessische Naturwaldreservate im Portrait – Kinzigau**



35 Seiten,  
 zahlreiche  
 Abbildungen  
 ISSN: 2191-107X

### Qualifizieren und Dimensionieren

»QD« – Qualifizieren und Dimensionieren – ist eine besonders umweltfreundliche Bewirtschaftungsstrategie. Ziel der QD-Strategie ist eine vollständige waldwirtschaftliche Handlungsleitlinie, die in schonendem Gebrauch, mit geringem Einsatz von Energie und unter Rücksichtnahme auf alles, was lebt hohe Mehrwerte für den Menschen ermöglicht. Das Buch beschreibt erstmals diese umweltfreundliche Bewirtschaftungsstrategie. Was geht? Was geht anders? Was geht besser? Diese Fragen werden von den Autoren ausführlich beantwortet. Die wichtigsten Themen sind: Wald und Mensch, waldwirtschaftliche Entwicklungsphasen und wirtschaftliche Gesichtspunkte.

Georg Josef Wilhelm und Helmut Rieger  
**Naturnahe Waldwirtschaft mit der QD-Strategie**



Ulmer Verlag,  
 2013  
 207 Seiten,  
 53 Farbfotos  
 ISBN:  
 978-3-8001-7858-2  
 Preis: 29,90 EUR

# Viel zu wenig Sonne!

## Niederschlag – Temperatur – Bodenfeuchte

### Januar

Im Januar setzte sich zunächst die unbeständige milde, regnerische und windige Witterung aus dem Dezember fort, so dass sich vereinzelt sogar erste Schneeglöckchen hervorwagten und Haselsträucher am Untermain austrieben. Trotz der milden Witterung fehlte der Blühreiz, da es sich mit nur 24 Stunden Sonnenschein um den dunkelsten Januar seit Beginn der Wetteraufzeichnungen handelte (DWD 2013b). An vielen Orten wurde an einigen Tagen hintereinander überhaupt keine direkte Sonnenstrahlung gemessen. Lediglich an den Alpen gab es öfter Lichtblicke. Insgesamt wurde nur die Hälfte der sonst üblichen Sonnenscheinstunden erreicht und der bisherige Negativrekord von 1977 mit 28 Stunden damit unterboten.

Vor allem in der ersten Januarwoche regnete es zum Teil ergiebig, so dass die ohnehin schon gut gefüllten Bodenwasserspeicher überliefen, wie die Messungen der Bodenfeuchte an den Waldklimastationen zeigen (Abbildung 2). Die klatschnassen Waldböden konnten keinen weiteren Regen mehr aufnehmen und gaben überschüssiges Wasser an das Grund- und Oberflächenwasser weiter. Dadurch stiegen die Wasserpegel in den Bächen und Flüssen deutlich an. Am Alpennordrand kam es an Inn und Mangfall sogar zu einem hundertjährigen Januar-Hochwasser. Dieses ungewöhnliche Hochwasser bestätigt die Prognosen, die zum Klimawandel diskutiert werden: Danach sollen im Winter die Niederschläge zunehmen und mehr als Regen und weniger als Schnee fallen, wie das Wasserwirtschaftsamt Rosenheim mitteilte. In der Folge werden

die Winterhochwässer ansteigen. In der Regel traten solche Hochwässer bisher nur im Sommer oder Herbst nach ergiebigen Starkregenfällen auf.

Zur Monatsmitte wurde es dann wieder frostig, so dass Vegetationsruhe einkehrte. Ab dem 20. Januar versank Bayern unter einer Neuschneedecke von 5 bis 20 cm. Zum Monatsende brachte eine stürmische Südwestströmung milde Luft mit Temperaturen um 10 °C, was zu Tauwetter führte. An der Waldklimastation (WKS) Freising kam es beispielsweise vom 29. auf den 30. Januar zu einem Temperatursprung von 13,9 Grad.

Landesweit war der Januar um 0,7 Grad wärmer als normal, wobei es besonders im Südosten deutlich wärmer war. Erheblich im Plus waren auch die Niederschläge am Alpenrand. Im Landesmittel waren es rund 21 % mehr, im Westen und Nordwesten gab es Niederschlagsdefizite.

### Februar

Der Februar 2013 startete nass-kalt mit viel Regen, wobei sich je nach Höhenlage immer wieder Schnee beimengte und sich die Schneegrenze dabei munter hoch und runter bewegte. Die Wassergehalte in den Waldböden stiegen daher in den ersten Tagen des Februars auch wieder deutlich an. Durch erwärmte Meeresluft aus polaren Regionen neigte die Atmosphäre an den Faschingstagen zu teils gewittrigen Schnee- und Graupelschauern. Nachts wurde es je nach Aufklaren recht frostig, stellenweise wurden –10 °C gemessen, so dass es vermehrt schneitete. Außer in den fränkischen Niederungen lag verbreitet

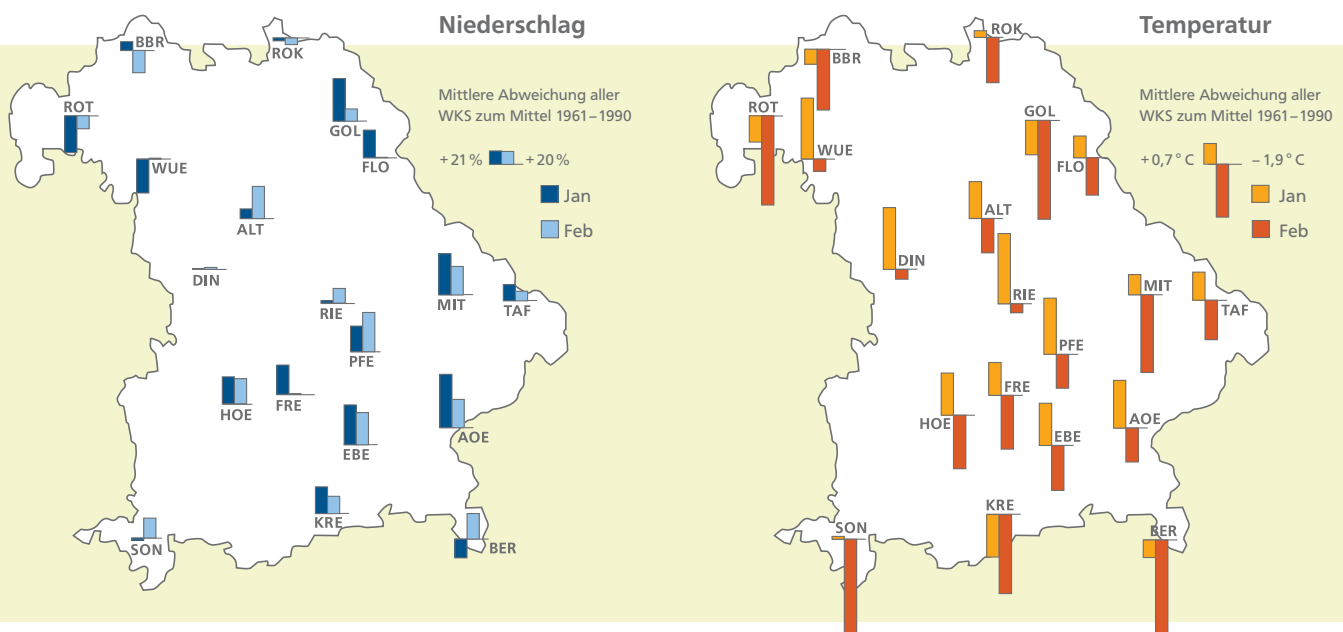


Abbildung 1: Prozentuale Abweichung des Niederschlags bzw. absolute Abweichung der Lufttemperatur an den Waldklimastationen vom langjährigen Mittel 1961–1990

Positive Abweichung  
Negative Abweichung  
SON Kürzel für die Waldklimastationen (siehe Tabelle)



Schnee, stellenweise bis 15 cm hoch. Im höher gelegenen Alpenvorland wurden 20 cm bis örtlich 60 cm Schnee gemessen (DWD 2013b). Zur Monatsmitte setzte sich wieder kontinentale Kaltluft aus dem Osten und Norden Europas gegen die milderen Tiefausläufer vom Atlantik durch. In den Mittelgebirgen und vor allem an den Alpen lagen dabei große Schneemengen. In den Tälern bis zu 1 m, in den Gipfellagen teilweise mehr als 3 m (DWD 2013a). Oberhalb von etwa 200 bis 300 m Meereshöhe herrschte Dauerfrost, zum Teil sogar bei Lufttemperaturen im zweistelligen Minusbereich. Damit wurde die Vegetationsruhe nicht gebrochen.

Insgesamt war der Februar damit deutlich kälter als normal (-1,9 Grad), im Südwesten wurden sogar bis -2 bis -3 Grad Abweichung erreicht. Der Niederschlag lag mit rund 20 % höher, wobei es im Süden mehr regnete als im Norden. Am meisten Niederschlag gab es an der Allgäuer Waldklimastation Sonthofen (+40 %). Im Februar wurden mit 35 Stunden sogar 55 % weniger Sonnenschein als normal erreicht, so dass auch dieser Monat als der trübste Februar seit dem Beginn dauerhafter, flächiger Sonnenscheindauernmessungen im Jahr 1951 gelten kann. An den Alpen war es durch zeitweiligen Föhneinfluss nicht ganz so trüb, so dass hier die negativen Abweichungen vom langjährigen Sonnenscheinsoll nur -20 bis -40 % betragen. Warum war es aber heuer so trüb? Im Januar und Februar gab es immerhin fast an der Hälfte aller Tage Hochdruckeinfluss. Wie kommt es nun, dass wir - trotz Hochdruck, den wir normalerweise mit schönem Wetter verbinden - kaum die Sonne sahen? Im Winter kühlt sich die Luft am Boden durch Ausstrahlung oder durch Heranführen von kalter Luft häufig stark ab, besonders wenn eine Schneedecke vorhanden ist, die zum Boden hin isoliert und viel Strahlung reflektiert. Wenn nun in einem Hochdruckgebiet Absinken einsetzt und sich die Luft auf ihrem Weg zum Boden erwärmt,

kommt es zu einer Grenzschicht zwischen der erwärmten und der kalten bodennahen Luft, was landläufig als Inversion bekannt ist. In diesem Bereich kann die warme Luft dann nicht mehr weiter absinken. Gleichzeitig kühlt die kalte bodennahe Luft die erwärmte Luft wieder etwas ab, im Grenzbereich tritt Kondensation ein. Es entsteht der sogenannte Hochnebel. Je nachdem wie kalt und feucht die Luft am Boden ist, desto stärker ist der Hochnebel.

Wenn zwei von drei Monaten in diesem Winter so trüb waren, überrascht es auch nicht, dass sich der Winter insgesamt mit rund 106 Sonnenstunden, rund 38 % weniger als normal, in den Negativrekord seit 1951 einreicht. Mit 261 l/m<sup>2</sup> (Liter pro Quadratmeter) fiel dafür rund 31 % mehr Niederschlag als normal. Die Bodenwasserspeicher wurden daher überall gut aufgefüllt, so dass die Waldbäume wohl zu Beginn der Vegetationszeit aus dem Vollen schöpfen können. Insgesamt war es etwas wärmer als normal (+0,6 Grad), wärmere und kältere Perioden hielten sich die Waage. Allerdings will der Winter heuer auch nicht weichen, er dehnte sich in den März aus und es wurde von einem »Märzenwinter« gesprochen.

**Literatur:** DWD (2013a): *Witterungsreport Express Januar + Februar 2013*. DWD (2013b): *Agrarmeteorologischer Witterungsreport Januar + Februar 2013*.

**Autoren:** Dr. Lothar Zimmermann, Dr. Stephan Raspe und Winfried Grimmeisen sind Mitarbeiter in der Abteilung »Klima und Wasserschutz« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. [Lothar.Zimmermann@lwf.bayern.de](mailto:Lothar.Zimmermann@lwf.bayern.de), [Stephan.Raspe@lwf.bayern.de](mailto:Stephan.Raspe@lwf.bayern.de), [Winfried.Grimmeisen@lwf.bayern.de](mailto:Winfried.Grimmeisen@lwf.bayern.de)

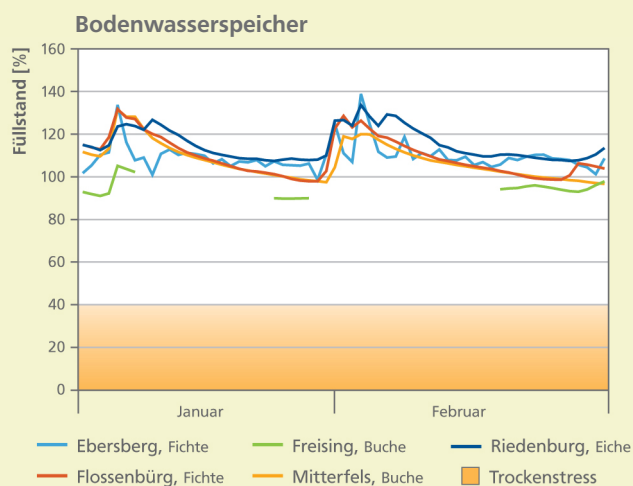


Abbildung 2: Entwicklung der Bodenwasservorräte im gesamten durchwurzelten Bodenraum in Prozent zur nutzbaren Feldkapazität während der Monate Januar und Februar 2013.

Waldklimastation 2013	Höhe mü. NN	Januar		Februar	
		Temp °C	NS l/m <sup>2</sup>	Temp °C	NS l/m <sup>2</sup>
Altdorf (ALT)	406	-0,6	67	-1,7	75
Altötting (AOE)	415	-0,2	99	-1,4	72
Bad Brückenau (BBR)	812	-3,3	87	-4,4	39
Berchtesgaden (BER)	1500	-3,1	89	-5,8	133
Dinkelsbühl (DIN)	468	-0,5	54	-1,7	50
Ebersberg (EBE)	540	-0,3	91	-2,1	81
Flossenbürg (FLO)	840	-3,6	78	-4,5	53
Freising (FRE)	508	-1,6	65	-2,8	42
Goldkronach (GOL)	800	-5,5	161	-6,7	87
Höglwald (HOE)	545	-0,1	74	-2,1	68
Kreuth (KRE)	1100	-2,4	172	-3,8	151
Mitterfels (MIT)	1025	-3,8	178	-5,4	134
Pfeffenhausen (PEF)	492	-0,2	73	-1,8	74
Riedenburg (RIE)	475	-0,9	48	-1,9	49
Rothenkirchen (ROK)	670	-3,6	76	-4,3	59
Rothenbuch (ROT)	470	-3,1	38	-4,1	64
Sonthofen (SON)	1170	-1,8	138	-3,0	100
Taferlruck (TAF)	770	-2,1	121	-5,1	144

Mittlere Lufttemperatur und Niederschlagssumme an den Waldklimastationen sowie der Wetterstation Taferlruck

# Da war der Sturm drin!

Verjüngungssituation auf Sturmwurfflächen im Hochgebirge 20 Jahre nach »Vivian« und »Wiebke«

Joachim Stiegler und Franz Binder

**Die Stürme »Vivian« und »Wiebke«, die als Winterstürme Ende Februar 1990 in den Wäldern Europas wüteten, verursachten auch in den Bergmischwäldern des Bayerischen Hochgebirgsraumes enorme Schäden. Bereits 1991 haben die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft und die Technische Universität München auf Sturmwurfflächen im Hochgebirge elf Dauerbeobachtungsflächen eingerichtet, um Erkenntnisse über die Wiederbewaldungsprozesse zu gewinnen. Seither fanden vier Aufnahmen statt, die letzte im Jahr 2010. Am Beispiel von zwei Flächen unterschiedlicher Hangexpositionen wird der Einfluss der Hangrichtung auf die Verjüngungsdynamik aufgezeigt, mit deutlichen Folgen hinsichtlich der späteren Schutzwaldeigenschaften.**

Die 1991 begonnenen Untersuchungen zielen darauf ab, praxisrelevante Informationen über die Waldentwicklung und Verjüngungsdynamik auf Windwurfflächen im Schutzwald zu liefern. Im Vordergrund stehen dabei die Zeitdauer und der Ablauf einer Wiederbewaldung bei entsprechender Ausgangssituation. Die ersten wald- und vegetationskundlichen Aufnahmen der Sturmwurfflächen fanden 1991 statt, danach wurden 1995 und 2000 Wiederholungsaufnahmen durchgeführt. Die letzte Aufnahme im Jahr 2010 diente als Grundlage für die Beurteilung, ob sich eine geeignete Verjüngung auf den Sturmwurfflächen einstellt, die langfristig die Schutzfunktionen im Hinblick auf alpine Naturgefahren wieder erfüllt.

## Die Ausgangssituation

Die Untersuchung erstreckt sich über die Wuchsbezirke »Mittlere Bayerische Kalkalpen« (15.5) und »Allgäuer Hochalpen« (15.7). Es wurden 1991 fünf 0,9 bis 5,0 ha große Sturmwurfflächen ausgewählt, in deren Zentren insgesamt elf Beobachtungsflächen mit Flächengrößen zwischen 200 und 600 m<sup>2</sup> angelegt wurden. Die Sturmwurfflächen unterscheiden sich unter anderem hinsichtlich Höhenlage, Hangrichtung, Hangneigung und Bodentyp. Auf drei Flächen wurde das Sturmholz aufgearbeitet und geräumt, auf acht Flächen blieb das Holz liegen, um den Einfluss des Sturmholzes auf das Verjüngungsgeschehen zu erfassen. Desweiteren wurden auf drei Flächen verschiedene Baumarten ausgesät. Neben der Verjüngungssituation und dem vorhandenen Totholz bzw. dem stehen gebliebenen Altholz wurde auch die Bodenvegetation erfasst. Die Aufnahme der Verjüngungspflanzen erfolgte getrennt nach Baumarten. Alle Pflanzen, die höher als 30 cm waren, wurden einzeln gemessen und beurteilt (Baumhöhe, Terminaltrieblänge, Wurzel- und Brusthöhendurchmesser, Wuchsformen und Schäden). Bei Pflanzen kleiner als 30 cm (inkl. Keimlingen) wurde die Stückzahl erhoben. Mit den Außenaufnahmen im Jahr 2010 wurde zusätzlich der Kleinstandort der aufgenommenen Pflanzen erfasst. Die sechs Kleinstandorte wurden eingeteilt nach:

- in der Nähe von Wurzelstöcken
- auf Wurzelstöcken
- in der Nähe von Wurzeltellern
- auf Wurzeltellern
- in der Nähe von liegenden Stämmen
- auf liegenden Stämmen

Alle einzeln aufgenommenen Pflanzen wurden mit einer Nummer markiert, um bei Wiederholungsaufnahmen die weitere Entwicklung nachvollziehen zu können.

Die elf Beobachtungsflächen wurden zusätzlich noch in zwei bis sechs Teilflächen unterteilt. Ein Großteil der Auswertungen (zum Beispiel Vegetationsaufnahme oder Holzvolumenberechnungen) bezieht sich auf diese kleinsten Flächeneinheiten.

## Nord- und Südhang: Zwei verschiedene Welten in Sichtweite

Aus der Vielzahl der Beobachtungsflächen im Projekt und deren Variantenvielfalt greift der Artikel beispielhaft die Ergebnisse von zwei Flächen im forstlichen Wuchsbezirk »Mittlere Bayerische Kalkalpen« (15.5) in der Nähe von Hohenschwangau (Ostallgäu) auf. Die Untersuchungsflächen unterscheiden sich insbesondere hinsichtlich Höhenlage und Hangrichtung (Tabelle 1).

### Verjüngungsfreudiger Nordhang

Auf der nordexponierten Beobachtungsfläche HO-2 steigt die Pflanzenzahl innerhalb des Beobachtungszeitraums von 332 Pflanzen pro Hektar um das Zwanzigfache und erreicht im Jahr 2010 einen Wert von 6.594 Pflanzen pro Hektar; 5.226 Pflanzen pro Hektar sind über 30 cm hoch. Die Verjüngung setzt sich zu Beginn der Aufnahmen aus den Baumarten Fichte, Tanne, Buche, Bergahorn und Vogelbeere zusammen; später kommt Weide hinzu. Im Jahr 1991 sind damit alle Baumarten des Altbestandes in der Verjüngung vertreten (vgl. Tabelle 1). Der Bergahorn nimmt stets eine dominante Rolle ein (Abbildung 1). Der Anteil der Buche nimmt im Beobach-

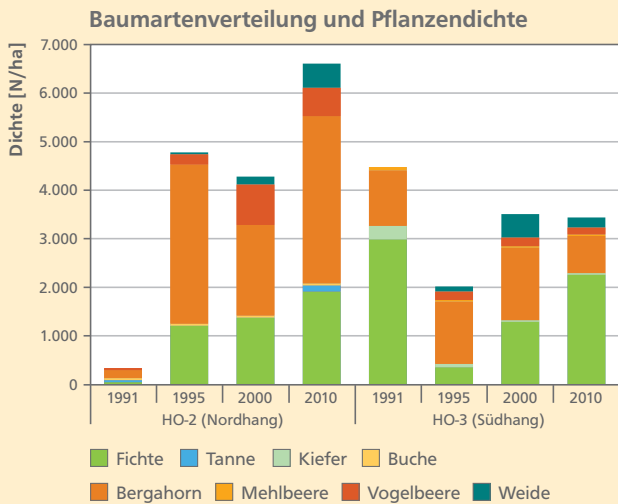


Abbildung 1: Baumartenverteilung und Pflanzenzahlen pro Hektar auf den Beobachtungsflächen HO-2 (Nordhang) und HO-3 (Südhang) vom Jahr 1991 bis zum Jahr 2010

tungszeitraum stark ab. Die Tanne ist sowohl im Jahr 1991 als auch 2010 vorzufinden. Die Pionierbaumarten Vogelbeere und Weide sind im Jahr 2010 mit insgesamt 16 % vertreten. Während im Jahr 1991 keine Pflanze größer als 30 cm ist, weisen die Baumhöhen der Verjüngungspflanzen im Jahr 2010 eine hohe Spannweite auf (Abbildung 2, oben). 15 % der Pflanzen erreichen zu diesem Zeitpunkt Höhen über 300 cm. Einige Verjüngungspflanzen (Fichte, Bergahorn) haben 20 Jahre nach dem Windwurfereignis eine Sprosslänge von 500 cm überschritten. Betrachtet man die Entwicklung der Sprosslänge einer einzelnen Buchenpflanze, so wird deren Wuchskraft auf diesem Nordhang erkennbar. Sie verzehnfacht nahezu ihre Sprosslänge zwischen den Jahren 1995 und 2010 auf 425 cm.

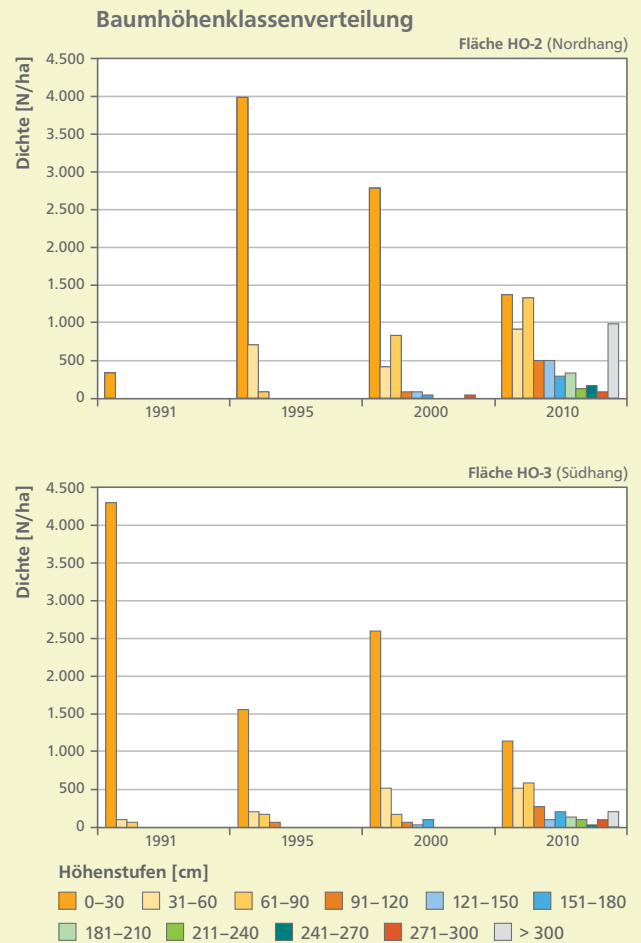


Abbildung 2: Baumhöhenklassenverteilung auf den Beobachtungsflächen HO-2 (Nordhang) (oben) und HO-3 (Südhang) (unten) vom Jahr 1991 bis zum Jahr 2010

Tabelle 1: Beschreibung der Beobachtungsflächen HO-2 und HO-3

Beobachtungsfläche	HO-2 (Nordhang)	HO-3 (Südhang)
Forstlicher Wuchsbezirk	Mittlere Bayerische Kalkalpen	Mittlere Bayerische Kalkalpen
Waldtyp nach WINALP*	Komplex der montanen schattseitigen Felshänge/hochmontaner Bergmischwald	Komplex der montanen Mergelsteinhänge/montaner, mittelgründiger Bergmischwald
Höhe ü. NN [m]	1430	1280
Hangrichtung	Nord	Süd
Hangneigung	35–40	35–40
Bodentyp	flachgründige, mäßig frische Rendzina	flachgründige, mäßig trockene Rendzina
Vorbestand	Fi 85, Ta 5, Bu 5, BAh 5; Alter: 200 (176–235) Jahre	Fi 70, Ta 15, Bu 10, BAh 5; Alter: 225 (186–255) Jahre
Liegendes Holz [m³/ha]**	550,2 (nicht geräumt)	378,3 (nicht geräumt)
Saat	nein	Fichte, Kiefer, Bergahorn plätzeweise
Sturmfläche (gesamt) [ha]	1,6	0,9
Untersuchungsfläche [m²]	241,1	288,7

\* <http://arcgissserver.hswt.de/winalp/>; \*\* im Jahr 1995; Massenermittlung ohne Rinde, max. Zapfdurchmesser 7 cm; teilflächengewichteter Durchschnittswert

Prozentualer Anteil der Pflanzen in Abhängigkeit vom Kleinstandort (Jahr 2010) – nur Pflanzen über 30 cm

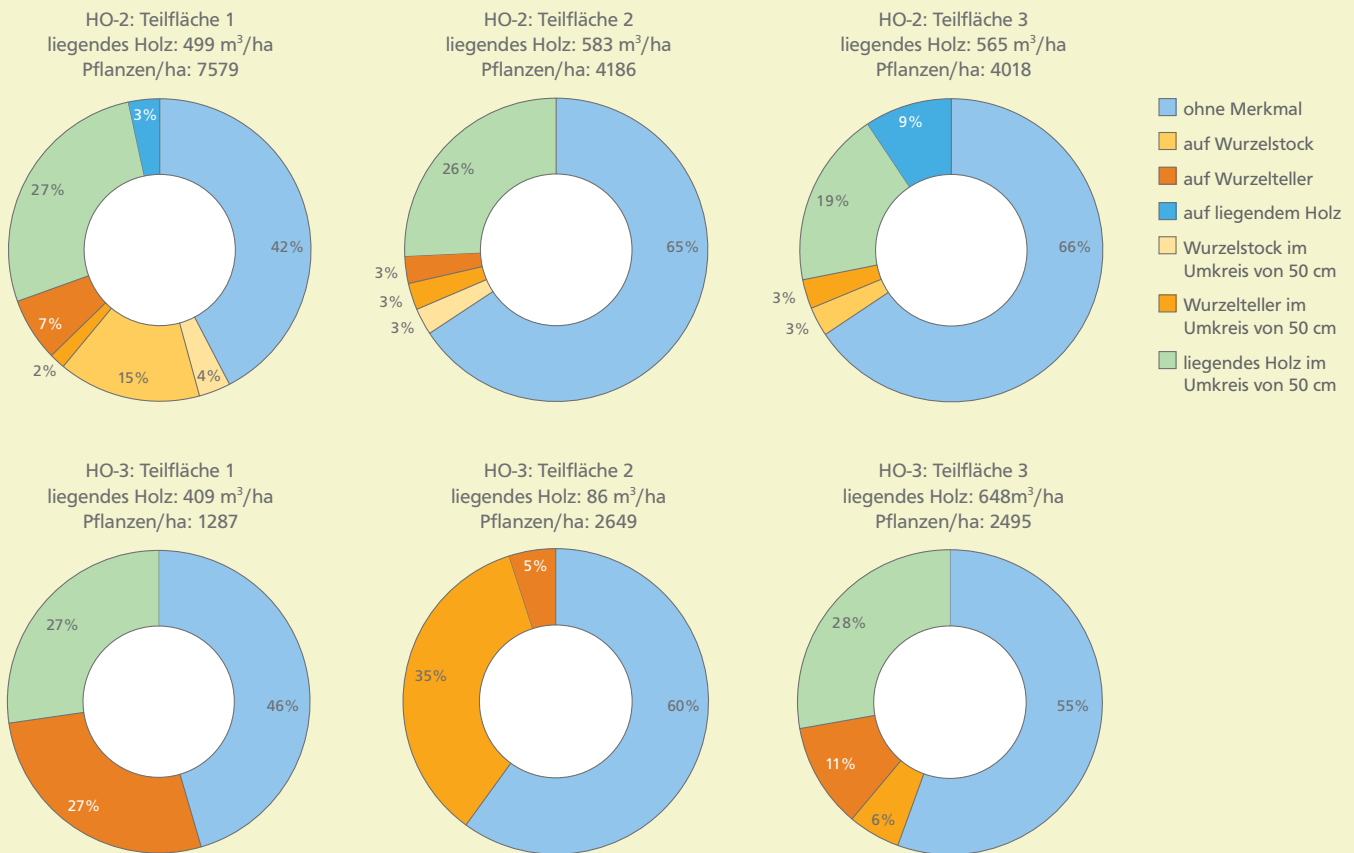


Abbildung 3: Prozentualer Anteil der Verjüngungspflanzen (über 30 cm) in Abhängigkeit vom Kleinstandort (Jahr 2010) auf den Flächen HO-2 (obere Reihe) und HO-3 (untere Reihe)

Auf einer Höhe von 1.430 m über dem Meeresspiegel ist dies eine beachtliche Entwicklung.

**Der Südhang – deutlich langsamer in der Entwicklung**

Anders stellt sich die Situation auf der gegenüberliegenden Fläche HO-3 dar, die aufgrund ihrer Südexposition eine für den Bayerischen Alpenraum typische Schutzwald-Sanierungsfläche repräsentiert. Hier finden sich bis zum Jahr 2010 mit 3.429 deutlich weniger Pflanzen pro Hektar ein, damit fast 50 % weniger als auf der Beobachtungsfläche HO-2 (Abbildung 1), obwohl auf der Fläche plätzeweise Fichte, Kiefer und Bergahorn gesät wurden. Der Anteil der Fichte liegt im Jahr 2010 bei 66 %. Die Anteile des Bergahorns gingen seit Beginn der Aufnahmen kontinuierlich zurück und erreichen im Jahr 2010 einen Wert von 22 %. Die den Bergmischwald mitprägenden Baumarten Tanne und Buche sind in der Verjüngung nicht mehr vertreten. Zu den Baumarten Vogelbeere und Weide gesellt sich die wärmeliebende Baumart Mehlbeere. Ein kleiner Anteil an Kiefern (1 %), der aus der Saat stammt, bleibt bis

2010 erhalten. Bis zum Jahr 2010 sind kaum Pflanzen vorhanden, die größer als 300 cm sind; deren Anteil erreicht lediglich 6 % (Abbildung 2, unten). Der Wiederbewaldungsprozess und damit der Aufbau eines funktionstüchtigen Schutzwaldes vollzieht sich im Vergleich zur nordexponierten Fläche deutlich langsamer. Das Baumartenspektrum ist deutlich eingeschränkt.

**Die Bedeutung von Kleinstandorten**

Die Menge an liegendem Totholz auf der Fläche HO-2 beläuft sich auf durchschnittlich 550 Fm/ha (Festmeter pro Hektar). Auf den drei Teilflächen weichen die Totholzmassen mit Werten von 499 Fm/ha bis zu 583 Fm/ha nur wenig vom Mittelwert ab (Abbildung 3, obere Reihe). Damit herrschen auf der Beobachtungsfläche HO-2 relativ homogene Verhältnisse hinsichtlich der Bodenrauigkeit vor. Teilfläche 1 hat mit 58 % den höchsten Anteil an Kleinstandorten und weist gleichzeitig die meisten Verjüngungspflanzen auf. Die Erhebungen zu den Kleinstandorten auf dieser Teilfläche machen deutlich, dass einige Pflanzen direkt auf Wurzelstöcken aufwachsen können, sofern der Zersetzungsgrad schon weit fortgeschritten ist.



Fotos: A. Wörle

Abbildung 4: Fotodokumentation der Fläche HO-2: 1991 (links) und 2010 (rechts)

Auf der Beobachtungsfläche HO-3 ist mit durchschnittlich 378 Fm/ha deutlich weniger liegendes Totholz vorhanden. Auch schwanken die Totholzmassen zwischen den drei Teilflächen deutlich stärker. Sie reichen von 648 Fm/ha auf Teilfläche 3 bis hin zu lediglich 86 Fm/ha auf Teilfläche 2. Diese geringe Menge an Totholz nimmt keinen Einfluss auf das Ankommen der Verjüngung (Abbildung 3, untere Reihe). Auf den Teilflächen 1 und 2 nehmen viele Pflanzen auf oder in der Nähe von Wurzeltellern ihren Platz ein.

### Fotodokumentation, denn »Bilder sagen oft mehr als tausend Worte«

Um die Waldentwicklung nach dem Sturm im Jahr 1990 über viele Jahre hinweg nachverfolgen zu können, wurde jede Teilfläche zu Beginn und bei der Wiederholungsaufnahme im Jahr 2010 fotografiert. Die Bildaufnahmen entstanden von festgelegten Punkten aus mit diagonaler Blickrichtung zur gegenüberliegenden Seite. Abbildung 4 zeigt die Ausgangssituation auf der Fläche HO-2 im Jahr 1991 und im direkten Vergleich dazu die Situation im Jahr 2010. Deutlich zu erkennen sind die Fichten und Bergahorne, die sich inzwischen auf der Fläche etabliert haben. Auf Fläche HO-3 (Abbildung 5) hingegen finden sich bis zum Jahr 2010 nur wenige Pflanzen ein, überwiegend Fichten. Die Fläche ist stark vergrast.



### Fazit

Bisher existierten bayernweit kaum Kenntnisse, mit welchen Auswirkungen auf die Waldentwicklung in Hochgebirgslagen nach einem Sturm zu rechnen ist. Die Ausweitung der Datensammlung auf eine inzwischen 20-jährige Beobachtungsreihe ist eine gute Grundlage für eine Dauerflächenforschung. Im Falle der beispielhaft aufgeführten Flächen HO-2 und HO-3 deutet sich nach etwa 20 Jahren die künftige Folgebestockung an. Diese enthält, wie zu erwarten war, Baumarten des Vorbestandes und wird ganz wesentlich von der Hangrichtung geprägt. Dies drückt sich in den Pflanzenzahlen, der Entwicklung der Pflanzen und der Baumartenzusammensetzung aus. Während sich auf der nordexponierten Fläche eine zahlenmäßig günstige und vielfältige Naturverjüngung eingefunden hat, sind auf der südexponierten Fläche zusätzliche Anstrengungen (zum Beispiel Pflanzungen) nötig, um einen Bergmischwald, der dauerhaft die Schutzfunktion des Folgebestandes sicherstellen kann, zu etablieren.

Bei der Untersuchung lag das Augenmerk nicht auf der Entwicklung der Buchdruckerpopulation im Umgriff der Sturmwurfflächen aufgrund des auf der Fläche liegen gebliebenen Fichtenstammholzes. Das Risiko für Borkenkäferschäden in den angrenzenden Beständen muss aber zwingend ausgeschaltet sein, wenn größere Totholzmassen aus welchen Gründen auch immer liegen bleiben. Die Gefahr der Ausbreitung des Borkenkäfers darf keineswegs verharmlost werden, wie Erfahrungen aus Südostbayern zeigen.

Die Sturmwurfflächen, in denen die Beobachtungsflächen liegen, sind vergleichsweise klein. Eine Verallgemeinerung bzw. Übertragung der Ergebnisse auf große Sturmwurfflächen im Alpenraum ist nur bedingt möglich. Nichtsdestotrotz können die Beobachtungsflächen dazu dienen, mögliche Szenarien aufzuzeigen. Eine weitere sorgfältige Beobachtung, insbesondere auch im Bezug auf das liegen gebliebene Totholz, ist daher geboten. Generelle Empfehlungen zum Liegenlassen von Sturmholz im bayerischen Alpenraum können auf dieser Grundlage nicht gegeben werden.

## Vorsicht! Reizende Goldafter-Nester



Foto: M. Wolf

Überwinterungsnester des Goldafters an Eichenzweigen

Im März dieses Jahres hat ein Revierleiter aus dem Raum Fürstfeldbruck Eichenzweige mit Gespinnstnestern an die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) geschickt. Gemeindearbeiter hatten zunächst Bäume beschnitten und klagten anschließend über Juckreiz und allergische Hautreaktionen. Die Untersuchungen in der Abteilung Waldschutz der LWF führten rasch zu dem Ergebnis, dass an den Eichenzweigen Winterester des Goldafters (*Euproctis chrysorrhoea*) hingen.

Die Lebensräume des Goldafters sind Laubbäume und Sträucher in der offenen Landschaft. Er tritt an Straßenbegleitgrün und Alleebäumen, aber auch in Gärten und Streuobstwiesen auf. Dieser wärmeliebende Schmetterling beschränkt sich nicht auf den Befall von nur einer Baumart, sondern ist vor allem an Eichen, Obstbäumen und Weißdorn zu finden. Die Raupen leben im Sommer zunächst gesellig und überwintern in ihren leicht zu erkennenden Nestern in den Kronen befallener Bäume. Nach der Überwinterung verlassen die Raupen je nach Witterung bereits ab Ende März ihre Gespinnstnester und fressen an Knospen und später an Blättern. Nicht selten führt dies zum Kahlfraß von Bäumen und Sträuchern.

Die Raupen des Goldafters haben Brennhaare wie die des Eichenprozessionsspinners und verursachen ähnliche Symptome. Die Überwinterungsnester dieser Art sind daher mit Vorsicht zu behandeln. Bis zum Laubaustrieb können die Überwinterungsnester mechanisch entfernt werden, allerdings sollte man dabei Schutzkleidung tragen. Anschließend können die Gespinste verbrannt werden. Ist der Baum dicht besetzt und besteht eine Gefährdung für den Menschen, kann eine Fällung notwendig sein. Eine Verwechslungsmöglichkeit besteht unter anderem mit dem ungefährlichen Wollafter (*Eriogaster lanestris*), der ebenfalls sackförmige Gespinnstnester an sonnenexponierten Laubbäumen (v. a. Linden und Birken) und Sträuchern bildet. Im Zweifel gilt es wegen der Brennhaare Abstand zu halten und sich Rat vom Fachmann zu holen.

Manuela Wolf



Fotos: A. Wörle



Abbildung 5: Fotodokumentation der Fläche HO-3: 1991 (oben) und 2010 (unten)

Joachim Stiegler ist Mitarbeiter in der Abteilung »Waldbau und Bergwald« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. [Joachim.Stiegler@lwf.bayern.de](mailto:Joachim.Stiegler@lwf.bayern.de)

Dr. Franz Binder ist kommissarischer Leiter der Abteilung »Waldbau und Bergwald«. [Franz.Binder@lwf.bayern.de](mailto:Franz.Binder@lwf.bayern.de)

Die Untersuchungen auf den Sturmflächen wurden in den Jahren zwischen 1991 und 2003 als Kuratoriumsprojekt V19-II »Dokumentation zur Entwicklung der Verjüngung auf Sturmkahlfächen des Jahres 1990« begonnen und anschließend bis 2010 als ST 257 »Regenerationsfähigkeit und Verjüngungsdynamik von Schutzwäldern auf Sturmwurfflächen im Bayerischen Alpenraum – Wiederholungsaufnahme auf Dauerbeobachtungsflächen 20 Jahre nach den Stürmen Vivian und Wiebke« fortgeführt. Beide Projekte wurden von der Bayerischen Forstverwaltung finanziert.

# Wachstum der Fichte im bayerischen Alpenraum

Studie belegt herausragende Bedeutung der Stickstoff- und Phosphorversorgung für Wachstum der Fichte

Jörg Ewald und Karl Mellert

**Über das Wachstum der Fichte im Gebirge gibt es eine einfache Faustregel: Sie braucht genügend Wärme und Wasser. Wie aber steht es mit dem Bedarf an Nährstoffen? Eine breit angelegte Studie zu Ernährung und Wachstum in den Bayerischen Alpen identifiziert wichtige Mangelfaktoren und zeigt, dass man wenig wuchskräftige Standorte gut an ihrer Bodenvegetation erkennen kann.**

Wie schnell wachsen Bäume in die Höhe? Dieser als Bonität oder Standortgüte bezeichnete Kennwert ist für Forstwirtschaft und Forstwissenschaft gleichermaßen interessant. In den Alpen begrenzt die Standortgunst außerdem die Geschwindigkeit, mit der junge Waldbestände ihre Schutzfunktionen erfüllen und dem Äser des Schalenwildes entwachsen (Baier 2006; Wilnhammer et al. 2011). Die im Waldinformations-

system Nordalpen (WINALP) kartierten Waldtypen (Reger und Ewald 2012) liefern Anhaltspunkte, dass dabei Bodeneigenschaften wichtiger sind als die von der Höhenlage abhängige Temperatur (Klemmt und Ewald 2012). Um die Wirkung der Böden besser zu verstehen, wurden in einem Anschlussprojekt (Forschungsvorhaben ST 270 »Ernährungs- und Wachstumsfaktoren der Fichte im Kalkalpin«) detaillierte Daten zu Bonität, Ernährung (Nährstoffgehalte in Nadeln), Böden und Bodenvegetation von 60 repräsentativen Standorten aus dem Fundus des forstlichen Monitorings ausgewertet.

## Stickstoff, Phosphor und Humus: Der »Dreiklang« für Wachstum im Kalkalpin

Die untersuchten Fichtenbestände wiesen, normiert auf ein Alter von 100 Jahren, zwischen 14 m (steiler SW-Hang auf Dolomit, 1500 m) und 44 m (mäßig geneigter Südhang auf Molasse, 1000 m) Oberhöhe auf – ein enorm breites Spektrum, das von blankem Überleben bis zu Spitzenwerten reicht (Assmann und Franz 1963). Allein die Nährelemente Phosphor (P) und Stickstoff (N) sind nach allen Kriterien (siehe Kasten) begrenzend für das Wachstum. So lag der P-Gehalt von Nadeln der schwach wüchsigen Fichtenbestände (<26 m) stets im latenten (<1,3 mg/g: Milligramm pro Gramm Trockenmasse), für mehr als ein Zehntel der Bestände sogar im akuten Mangel (Göttlein et al. 2011). N-Mangel war zwar etwas seltener, dafür waren die wüchsigen Fichtenbestände (>30m) auffallend gut mit diesem Element versorgt. Auf Mangel an den beiden Elementen weisen gelblich bis stumpf grün gefärbte, oft auffallend kurze Nadeln hin (Bergmann 1993).

In einer Zeit, wo hohe N-Einträge ein Umweltproblem darstellen (Mellert et al. 2005), ist eine Begrenzung des Wachstums durch diesen Nährstoff überraschend. Die mengenmäßig hohen, durch starke Niederschläge jedoch verdünnten Einträge werden in den jungen, steinigten Böden der Kalkalpen offenbar nur gering angereichert. So hängen Nährstoffverfügbarkeit und Wachstum immer noch eng vom Humuszustand ab (Wilnhammer et al. 2011), der vielerorts von früherer Holznutzung und Waldweide geprägt ist (Bochter et al. 1981).



Foto: J. Ewald

Abbildung 1: Schwachwüchsige Fichten mit N- und P-Mangel auf einer Blockhalde im Wettersteingebirge (Gaifkopf im Reintal).

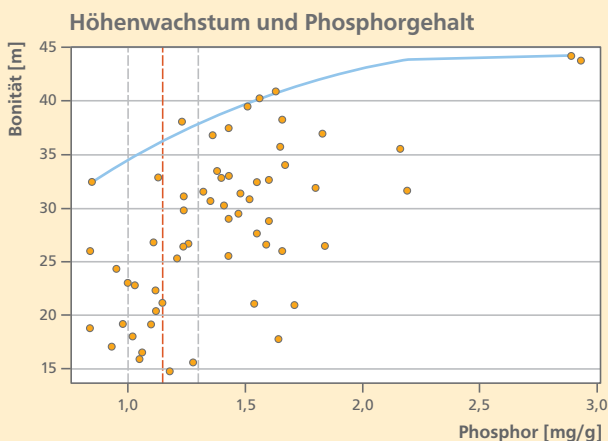


Abbildung 2: Die Bonität der Fichten hängt vom P-Gehalt der Nadeln ab. Die obere Grenzlinie (blaue durchgezogene Linie) zeigt die Form einer Ertragskurve. Die statistisch ermittelten Schwellenwerte (gepunktete rote Linie) fallen in den bekannten Mangelbereich (gepunktete graue Linien).

Wer aus dem Flachland oder der Landwirtschaft kommt, muss im Gebirge umdenken und lernt die Bodenversauerung schätzen. Die höchsten Bäume stehen auf den sauren Böden der Molasse- und Flyschvorberge (Klemmt und Ewald 2011). Auf den häufig anstehenden Kalksteinen und Dolomiten besteht ein Überangebot an Calcium (Ca) und Magnesium (Mg), das die Aufnahme anderer Nährstoffe und das Wachstum hemmt. Kaliummangel findet man selten auf wenig verwitterten Dolomittböden, wo mächtige Tangelhumusauflagen das einzige Wurzelsubstrat darstellen.

### Bodenvegetation

Wie kann man Nährstoffmangel und geringe Standortskraft diagnostizieren, wenn nicht gerade 100-jährige Fichten als Bioindikator zur Verfügung stehen? Zeigerpflanzen geben Aufschluss über die Verfügbarkeit von allem was Pflanzen brauchen: So ordnete Heinz Ellenberg den Pflanzen Zeigerwerte für wichtige ökologische Faktoren zu (Ellenberg et al. 2001). Bestimmt man alle Pflanzen in einem Bergwaldbestand und mittelt ihre Zeigerwerte, so kann man aus letzteren die Bonität von Fichten mit geringer Fehlerquote vorhersagen. Dabei wirken N- und P-Verfügbarkeit (Nährstoffzahl), Ca- und Mg-Überschuss (Reaktionszahl), Trockenheit (Feuchtezahl) und Wärmemangel (Temperaturzahl) mit fast gleichem Gewicht zusammen. Tatsächlich enthält die Alpenflora neben Kalkzeigern auffallend viele Zeiger für Mangel an Phosphor und Stickstoff (Ewald 2003); Bergwälder und Almen haben, wie auch in der Schweiz nachgewiesen (Kohli 2011), vielerorts ihren mageren Charakter bewahrt.

### Nährstofflimitierung und Schwellenwerte

Bereits im 19. Jahrhundert formulierten Carl Sprengel und Justus von Liebig das »Gesetz des Minimums«, dem zu Folge das Pflanzenwachstum durch die jeweils knappste Ressource begrenzt wird. Der beste, bei Kulturpflanzen oder Jungbäumen eingesetzte Nachweis sind Düngungsexperimente unter kontrollierten Bedingungen. Bei der Beurteilung von Waldbeständen ist man auf eine Kombination von Statistik und Erfahrungswissen angewiesen. Ob ein Nährelement limitierend ist, wurde in der vorliegenden Studie an Hand dreier Kriterien beurteilt:

1. Welches Gewicht erhält das Element in der Schwellenwertanalyse?
2. Welche Form hat die Ernährungs-Wachstumsbeziehung?
3. Entspricht der Schwellenwert dem Erfahrungswissen?

Im Bergwald erfüllen nur N und P alle drei Kriterien. Dagegen erfüllt Mangan zwar die ersten beiden Kriterien, ist jedoch in den Fichtennadeln reichlich vorhanden; umgekehrt kommen zwar niedrige Kalium-Nadelspiegel vor, das Element zeigt jedoch keinen deutlichen Einfluss auf das Wachstum.

### Fazit: Humuspflege

Wie müssen Bewirtschafter mit Bergwäldern umgehen, die unter Nährstoffmangel leiden? Um ein weiteres Absinken der Wuchsleistung zu vermeiden und die Erfüllung der Schutzfunktionen nicht zu gefährden, ist ein pfleglicher Umgang mit dem Humus erforderlich. Daher sind kräftige Auflichtungen, die zur Humusmineralisation führen, möglichst zu vermeiden. Des Weiteren sollte möglichst viel, möglichst nährstoffhaltige Biomasse (Bodenvegetation, Nadeln, Reisig, Rinde) im Wald belassen werden, um den Humusvorrat zu erhalten und aufzubauen, aus dem künftig Stickstoff und Phosphor mineralisiert werden können. Auf degradierten Standorten mit Wuchstockungen (Wilnhammer et al. 2011) trägt ein Belassen von Totholz (an Steilhängen z.B. als Querleger eingebaut) zum Aufbau eines speicherfähigen Wurzelraumes bei, aus dem Fichten künftig Stickstoff und Phosphor aufnehmen können. Bei fehlendem Humusvorrat ist die in der Schutzwaldsanierung gelegentlich eingesetzte Kopfdüngung mit mineralischem NPK-Dünger nur kurzfristig wirksam (Baier 2006). Das Ziel der Humuspflege muss auf schwach wuchskräftigen Kalkböden sorgfältig gegenüber technischen und walddhygienischen Vorteilen der Ganzbaumnutzung abgewogen werden (Mellert und Ewald 2011).



## Literatur

Assmann, E.; Franz, F. (1963): *Vorläufige Fichten-Ertragstafel für Bayern*. Hrsg: Institut für Ertragskunde der Forstlichen Forschungsanstalt München

Baier, R. (2006): *Wurzelentwicklung, Ernährung, Mykorrhizierung und »positive Kleinstandorte« der Fichtenverjüngung (Picea abies [L.] Karst.) auf Schutzwaldstandorten der Bayerischen Alpen*. Dissertation, Technische Universität München, Freising. Online verfügbar unter [www.forst.tu-muenchen.de/EXT/LST/WAERN/Baier\\_Roland\\_Diss.pdf](http://www.forst.tu-muenchen.de/EXT/LST/WAERN/Baier_Roland_Diss.pdf)

Bergmann, W. (1993): *Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen*. 3. Aufl. Jena

Bochter, R.; Neuerburg, W.; Zech, W. (1981): *Humus und Humuschwund im Gebirge*. Forschungsbericht 2 Nationalpark Berchtesgaden

Ellenberg, H.; Weber, H. E.; Düll, R.; Wirth, V.; Werner, W. (2001): *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa*. 4. Aufl. Scripta Geobotanica 18, Göttingen

Ewald, J. (2003): *The sensitivity of Ellenberg indicator values to the completeness of vegetation relevés*. Basic and Applied Ecology 4: S. 507–513

Göttlein, A.; Baier, R.; Mellert, K.-H. (2011): *Neue Ernährungskennwerte für die forstlichen Hauptbaumarten in Mitteleuropa – Eine statistische Herleitung aus VAN DEN BURG's Literaturzusammenstellung*. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 182: S. 173–186

Klemmt, H.-J.; Ewald, J. (2011): *Wachstum der Fichte nach Waldtypen. Forstinventurdaten untermauern Aussagekraft der WINALP-Karten*. AFZ/Der Wald 24, S. 22

Kohli, L. (2011): *Stickstoffeintrag aus der Luft verändert Vielfalt*. BDM-Facts 3, S. 1–4

Mellert, K.; Ewald, J. (2011): *Wie viel Biomassenutzung verträgt der Bergwald? Empfindlichkeit von Wäldern gegenüber Biomassenutzung*. AFZ/Der Wald 24, S. 19–21

Mellert, K.-H.; Gensior, A.; Kölling, C. (2005): *Stickstoffsättigung in den Wäldern Bayerns - Ergebnisse der Nitratinventur*. Forstarchiv 76, S. 35–43

Reger, B.; Ewald, J. (2011): *Waldtypenkarte Bayerische Alpen. Eine neue Planungshilfe für die Forstpraxis*. AFZ/DerWald 24, S. 14–16

Wilnhammer, M.; Baier, R.; Göttlein, A. (2011): *Standortsdegradation im Kalkalpin*. AFZ/Der Wald 22, S. 13–15

---

Prof. Dr. Jörg Ewald lehrt an der Fakultät Wald und Forstwirtschaft der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT) Botanik und Vegetationskunde. [joerg.ewald@hswt.de](mailto:joerg.ewald@hswt.de)  
Karl Mellert bearbeitete an der HSWT das vom Kuratorium für forstliche Forschung und dem Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten finanzierte Forschungsvorhaben ST 270 »Ernährungs- und Wachstumsfaktoren der Fichte im Kalkalpin«. [Karl.Mellert@lwf.bayern.de](mailto:Karl.Mellert@lwf.bayern.de)

## Die Wiederentdeckung der »Draisine«



Foto: J. Görges

Im Kurpfälzischen Museum in Heidelberg können Besucher die hölzerne Laufmaschine von Karl Friedrich Freiherr von Drais bestaunen (kleines Foto: Gun Powder Ma, wikipedia). Freiherr von Drais hatte seine »Draisine« Anfang des 19. Jahrhunderts entwickelt. In der nun fast 200-jährigen Entwicklungsgeschichte von der Draisine zum Fahrrad hat sich außerordentlich viel verändert. Die auffälligste Veränderung war wohl der Wechsel von der Holzkonstruktion hin zu Stahl und Aluminium. Jetzt aber haben manche Fahrradkonstrukteure und findige Bastler das Material Holz wieder neu entdeckt. So zum Beispiel Jürgen Görges, der in Nordrhein-Westfalen Fahrradrahmen aus Holz fertigt. Etwa vier Monate dauert es, bis Jürgen Görges aus Schichtholz einen Rahmen als Einzelstück gefräst und daraus ein Fahrrad aufgebaut hat. Große Hersteller setzen derzeit noch auf Metall oder Kunststoff. Zudem sind die Preise für einen Massenmarkt nicht konkurrenzfähig. Für die Einzelstücke aus Holz sind durchaus Preise von über 10.000 Euro zu veranschlagen.

Als Görges vor zwei Jahren auf die Idee kam, den ökologischen und nachwachsenden Rohstoff Holz im Fahrradbau einzusetzen, war er nicht der Erste. Auch in Bayern gibt es findige Bastler, die in Handarbeit Rahmen herstellen und diese mit modernen Komponenten bestücken. Man kann nur hoffen, dass der Sprung auf die Märkte gelingt. Denn im Sinne einer hochwertigen und nachhaltigen Verwendung von Holz ist das Fahrrad ein gutes Beispiel für eine moderne Verwendung des traditionellen Werkstoffs.



Ein interessanter Aspekt soll hier jedoch nicht außer Acht gelassen werden. Karl Friedrich Freiherr von Drais war nicht nur ein rühriger und erfolgreicher Erfinder, sondern – wie

kann es anders sein – ein Förster. Nach seinem Studium für Baukunst, Landwirtschaft und Physik in Heidelberg unterrichtete er als Forstlehrer an der Forstlehranstalt in Schwetzingen. red

# Flechten in den Naturwaldreservaten Bayerns

Die in der Öffentlichkeit wenig beachteten Flechten werden in den bayerischen Naturwaldreservaten schon seit vielen Jahren genauer untersucht

Andreas Kuhn, Johannes Bradtka und Markus Blaschke

**Im Vergleich zu den höher entwickelten Gefäßpflanzen fallen Flechten meist erst bei genauerem Hinsehen auf. Aufgrund ihres sehr langsamen Wachstums und ihrer geringen Größe sind sie gegenüber höheren Pflanzen konkurrenzmäßig deutlich im Nachteil. Allerdings besteht ein Vorteil für viele Flechten darin, Lebensräume zu besiedeln, die Pflanzen wegen ihrer extremen Lebensbedingungen meiden. Da es sich bei Flechten um eine komplexe Symbiose zwischen spezifischen Pilzarten (Mykobionten), die den eigentlichen Flechtenkörper bilden und den darin lebenden Photosynthese betreibenden Grünalgen und/oder Cyanobakterien (Photobionten) handelt, weisen diese Lebensgemeinschaften eine besonders hohe Arten-, Struktur- und Farbenvielfalt auf (Schöller 1997; Wirth 1995).**

Flechten zählen mit zu den gefährdetsten pflanzlich-pilzlichen Artengruppen in der Bundesrepublik Deutschland (Bradtka 2006). Weltweit wird die Artenzahl auf etwa 25.000 geschätzt. Etwa 2.500 Flechtenarten soll es allein in Mitteleuropa geben (Kirschbaum und Wirth 2010). Davon wurden in den bayerischen Naturwaldreservaten (NWR) bisher bereits 246 Arten nachgewiesen.

Die erfassten Daten stammen aus zahlreichen Untersuchungen, die in den letzten Jahrzehnten durchgeführt wurden. Bislang sind in 66 Naturwaldreservaten pflanzenbewohnende (epiphytische) sowie bodenbewohnende (epigäische) Flechten beobachtet und dokumentiert (Abbildung 1). Neben den Daten der allgemeinen Vegetationsaufnahmen stammen auch einige Informationen aus spezifischen Flechtenuntersuchungen. Erwähnenswert sind Kartierungen, die im Rahmen eines Höhengradienten in Naturwaldreservaten des Bayerischen Waldes, einer Diplomarbeit in Naturwaldreservaten der Donauauen und in Projekten zum Vergleich von Wirtschaftswäldern mit Naturwaldreservaten durchgeführt wurden.

## Artenvielfalt vom Auwald bis zum Fichtenhochlagenwald

Die beiden bisher artenreichsten Naturwaldreservate Hetschenlach und Dürrenberg sind zwei Kiefernreservate in der Bodenwöhrer Senke. Das NWR Waldhaus als eines der bislang am intensivsten untersuchten Naturwaldreservate liegt im nördlichen Steigerwald, das NWR Seeloch liegt in den Fichtenhochlagenwäldern am Arber im Bayerischen Wald und das NWR Karolinenwörth in den Donauauen bei Donauwörth.

Die unterschiedlichen Methoden zur Untersuchung der Flechtengesellschaften in den besagten Reservaten lassen noch keinen direkten Vergleich zu, jedoch wird erkennbar, dass in Reservaten mit vergleichsweise wenigen Stichproben wie zum Beispiel im NWR Seeloch bereits eine hohe Artenvielfalt erfasst werden kann.

## Viele Substrate bieten Lebensraum für Flechten

Zu den fünf häufigsten Arten zählen neben zwei reinen Borkebesiedlern auch drei Borke- und Tothholzbesiedler. Diese fünf Flechtenarten konnten bislang in 17 bis 28 bayerischen Naturwaldreservaten nachgewiesen werden.

Die in den Naturwaldreservaten Bayerns am weitesten verbreitete Art ist *Cladonia digitata* (Abbildung 2). Sie wurde bislang in 28 Naturwaldreservaten beobachtet. *Cladonia digitata*, welche äußerlich durch ihre flachen Becher mit fingerartigen Fortsätzen in Erscheinung tritt, kommt häufig auf Substraten vor, die von morschen Baumstümpfen über verrottes Holz oder rissige Borke bis hin zu humusarmen Mineralböden reichen. Ihr Hauptlebensraum ist jedoch der Stammfuß älterer, starker Nadelbäume in luftfeuchten, kühlen Lagen.

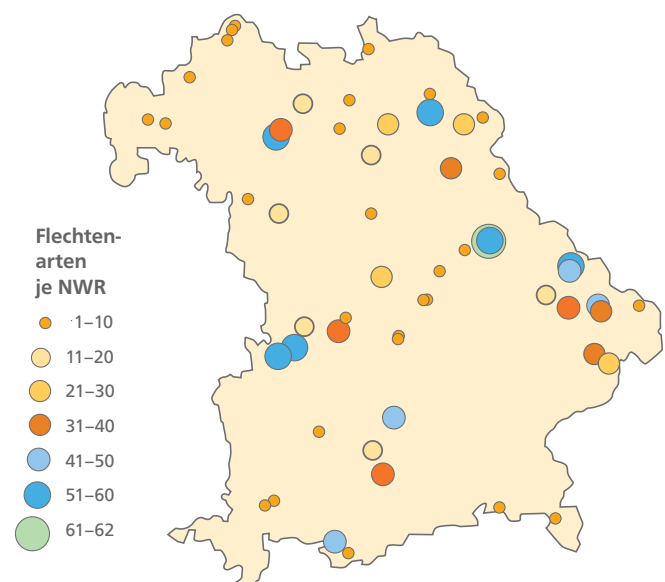


Abbildung 1: Artennachweise von Flechten in den bayerischen Naturwaldreservaten



Foto: F. Berger

Abbildung 2: *Cladonia digitata*, auch Finger-Becherflechte genannt, findet sich häufig auf verrottenden Baumstümpfen.

*Lepraria incana*, die ein grünlich-blaues, mehlig-körniges Lager besitzt, besiedelt vor allem angesäuerte bis saure Rinden von Laub- und Nadelbäumen. Die Art ist ein ausgesprochener Ubiquist und nahezu auf allen Substraten und in allen Waldlebensräumen vorzufinden.

Die lappenartigen Flechtenkörper, die am Rand ihre Verbreitungsmedien freisetzen, die sogenannten Lippensorale, mit der bläulich-grauen, glatten Oberseite sowie die schwarze und am Rand braune Unterseite sind typische Merkmale von *Hypogymnia physodes* (Abbildung 3). Sie ist eine der häufigen, weitverbreiteten und säureliebenden Flechten, die auf Rinde, Holz und Gestein zu finden ist.

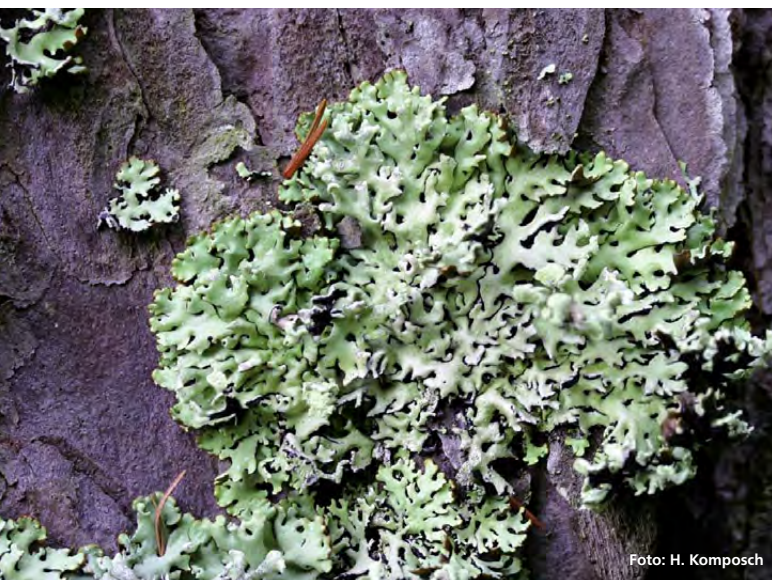


Foto: H. Komposch

Abbildung 3: *Hypogymnia physodes* ist weit verbreitet und besiedelt Rinde, Holz und Gesteine.

Tabelle 1: Die fünf häufigsten Flechten in bayerischen Naturwaldreservaten

Artname	Zahl der NWR mit Nachweis
<i>Cladonia digitata</i> (L.) Hoffm.	28
<i>Lepraria incana</i> (L.) Ach.	23
<i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl.	20
<i>Phlyctis argena</i> (Spreng.) Flot.	18
<i>Graphis scripta</i> (L.) Ach.	17

*Phlyctis argena* ist eine weitere sehr häufige Art, die in 18 Naturwaldreservaten beobachtet wurde. Sie besiedelt vorwiegend die Stämme von Laub- und Nadelbäumen und besitzt weißliche sorediöse Lager.

In 17 Naturwaldreservaten wurde *Graphis scripta*, die auch Schriftflechte genannt wird, nachgewiesen (Abbildung 4). Sie bevorzugt nicht nur luftfeuchte, sondern auch substratfeuchte, schattige Standorte und kommt hauptsächlich auf Laubbäumen mit glatten Rinden vor. Die Schriftflechte ist eine bundesweit gefährdete Art (Rote Liste Deutschland RL 3) und in vielen bayerischen Waldgesellschaften stark zurückgegangen.

### Bedeutung von Waldschutzgebieten für Spezialisten unter den Flechten

Durch eine nachhaltige, naturnahe Forstwirtschaft mit festgelegten Naturschutzstandards, wie beispielsweise dem Schutz alter Bäume oder Baumgruppen und dem maßvollen Erhalt von starkem stehenden und liegendem Totholz, lassen sich viele Flechtenarten in unseren Wirtschaftswäldern erhalten und fördern (Integration). Einige Lebensraumspezialisten findet



Foto: W. Obermayer

Abbildung 4: Die Krustenflechte *Graphis scripta* ist auf glattrindigen Baumarten wie der Buche in schattigen und feuchten Lagen zu finden.



Foto: F. Schumm

Abbildung 5: *Gyalecta ulmi* ist unmittelbar vom Aussterben bedroht. Die in der Roten Liste der Bundesrepublik Deutschland (RL 1 BRD) geführte Flechtenart besiedelt die rissigen Borke alter Laubbäume, insbesondere die von Bergahorn, Eiche und Ulme, und ist nur in naturnahen, sehr alten Wäldern zu finden.

man jedoch nur in sehr alten und naturnahen Waldreservaten wie zum Beispiel *Dimerella lutea*, *Chaenothecopsis pusilla* oder *Gyalecta ulmi*, welche ausgesprochene Zeigerarten für alte ungestörte Wälder sind. *Dimerella lutea* kommt in sehr alten naturnahen Mischwäldern vor. *Chaenothecopsis pusilla* besiedelt Totholz sehr alter Nadelbäume in naturnahen montanen und hochmontanen Nadelwäldern. *Gyalecta ulmi* (Abbildung 5) wächst auf der rissigen Borke alter Laubbäume wie Bergahorn, Eiche oder Ulme in naturnahen, alten Wäldern. Alle drei Arten sind vom Aussterben bedroht und werden somit in der Roten Liste der Bundesrepublik Deutschland in der Kategorie 1 geführt.

Diese Lebensraumspezialisten sind auf die für Urwälder typische Klimax- und Zerfallsphase mit Totholzvorräten über 100 Fm/ha (Festmeter pro Hektar) und sehr hohen Baumaltem weit über 200 Jahren angewiesen. Diese Lebensraumbedingungen können unsere Wirtschaftswälder nicht bieten. Hier kommt den Naturwaldreservaten neben den Nationalparks eine wichtige Bedeutung zu. Sie sichern in großzügiger Ausformung und gleichmäßiger Verteilung über alle bayerischen Waldgesellschaften hinweg die Lebensräume von Flechten-Reliktarten und sind wichtige Spenderflächen für den Schutz und die Dispersion vieler Arten (Bradtka 2009 und 2012; Bradtka et al. 2010).

## Literatur

- Brackel, W. (1997): *Dauerbeobachtung epiphytischer Flechtengesellschaften Fläche g02: Naturwaldreservat Waldhaus*. Unveröff. Bericht der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, 45 S.
- Brackel, W.; Meinunger, L. (1991): *Moose und Flechten im NSG Fichtelseemoor*. Unveröff. Bericht. 9 S.
- Bradtka, J. (2006): *Massiver Rückgang epiphytischer Flechten im Wirtschaftswald*. LWF aktuell 53; S. 18–19
- Bradtka, J. (2009): *Flechten*. Schlüsselwerte in Bergmischwäldern als Grundlage für eine nachhaltige Forstwirtschaft. Wissenschaftliche Schriftenreihe. Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald (Herausgeber). Grafenau 19; S. 77–80
- Bradtka, J. (2012): *Conservation of Lichens – Integration vs. Segregation*. Integrate Project news. European Forest Institute – Regional Central European Office and the Observatory of European Forests (Editor). Freiburg 2; S. 6–7
- Bradtka, J.; Bässler, C.; Müller, J. (2010): *Baumbewohnende Flechten als Zeiger für Prozessschutz und ökologische Kontinuität im Nationalpark Bayerischer Wald*. Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz. Göttingen 9; S. 49–63
- Hadatsch, H. (1990): *Lichenologische Untersuchungen in Naturwaldreservaten Dokumentation epiphytischer Flechten*. Unveröff. Bericht der Bayerischen Forstlichen Forschungs- und Versuchsanstalt, 48 S.
- Hadatsch, H. (1992): *Vergleich der epiphytischen Flechtenvegetation im NWR 099 »Platte« und den Naturwald-Vergleichsflächen »Stadlerholz« und »Buchberg«*. Unveröff. Bericht der Bayerischen Forstlichen Forschungs- und Versuchsanstalt
- Straußberger, R. (1999): *Untersuchungen zur Entwicklung bayerischer Kiefern-Naturwaldreservate auf nährstoffarmen Standorten*. Schriftenreihe Naturwaldreservate in Bayern, Band 4, IHW Verlag, Eching, 180 S.
- Hendricks, K. (1994): *Die Flechtenvegetation ausgewählter Naturwaldreservate im Bereich der Donauauen*. Unveröff. Diplomarbeit am Lehrstuhl für Landnutzungsplanung und Naturschutz der Ludwig-Maximilian-Universität, 124 S.
- Kirschbaum, U.; Wirth, V. (2010): *Flechten erkennen – Umwelt bewerten*. Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Wiesbaden 204 S.
- Wirth, V. (1995): *Die Flechten Baden-Württembergs Teil 1 und 2*. Ulmer Verlag, Stuttgart, 1006 S.
- Schöller, H. (1997): *Ökologie und Verbreitung*. In: Schöller, H. (Hrsg.): *Flechten, Geschichte, Biologie, Systematik, Ökologie, Naturschutz und kulturelle Bedeutung*. Kleine Senkenberg-Reihe, Nr. 27, S. 83–110
- Ebermayer, E. (1876): *Die gesammte Lehre der Waldstreu mit Rücksicht auf die chemische Statik des Waldes*
- 
- Andreas Kuhn ist Student der Technischen Universität München und hat im Rahmen eines Praktikums an der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft die Daten aufgearbeitet. Johannes Bradtka ist Revierleiter am Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Weiden und als Flechtenspezialist tätig. Markus Blaschke ist Mitarbeiter in der Abteilung »Biodiversität, Naturschutz, Jagd« der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft und leitet die Projektgruppe Naturwaldreservate an der LWF. [Markus.Blaschke@lwf.bayern.de](mailto:Markus.Blaschke@lwf.bayern.de)

# Nachrichten

Nachrichten

## Nachrichten

### Forsttagung in Bad Reichenhall



Foto: F. Binder

Der Bayerische Forstverein richtet – unterstützt von der Bayerischen Forstverwaltung und dem Unternehmen Bayerische Staatsforsten – in diesem Jahr die alle drei Jahre stattfindende Schutzwaldtagung der Arbeitsgemeinschaft Alpenländischer Forstvereine aus. Die zweitägige Veranstaltung zum Thema «Nachhaltige Forstwirtschaft im Hochgebirge» findet vom 27. bis 28. Juni in Bad Reichenhall statt und beschäftigt sich mit der Bewirtschaftung des Bergwaldes im bayerischen Alpenraum.

Der erste Tag ist neun Vorträgen vorbehalten, unter anderem zu den Themen: Vom Fichtenwald zum Naturwald, Großraubtiere und ihre Bedeutung im Schutzwaldmanagement sowie nachhaltige Forstwirtschaft im Körperschafts-, Privat- und Staatswald des Hochgebirges. Am zweiten Tag werden 14 verschiedene Exkursionen angeboten, die aufzeigen, wie vor Ort der Bergwald bewirtschaftet wird, welche Probleme auftreten und welchen Beitrag die Wissenschaft zur Bergwaldbewirtschaftung leistet. Die Palette an Themen reicht über Wegesbau im Gebirge, Erhaltung genetischer Vielfalt in den Bergwäldern, praktische Forstwirtschaft im Spannungsfeld vielfältiger Interessen bis hin zu neuen Wegen im Schutzwaldmanagement.

Binder

Informationen und Anmeldung unter:  
<http://www.forstverein.de/landesforstvereine/bayern/>

### Neue EU-Holzhandelsverordnung

Seit dem 3. März 2013 gilt die EU-Holzhandelsverordnung »VO (EU) 995/2010« in vollem Umfang. Die neue Verordnung richtet sich zwar in erster Linie gegen den Import illegal eingeschlagenen Holzes in die EU. Aber auch auf heimische Waldbesitzer, die Holz- und Holzprodukte erstmalig in Verkehr bringen, kommen Informationspflichten zu. Deshalb hat sich der bayerische Forstminister Helmut Brunner dafür eingesetzt, dass der bürokratische Aufwand für die bayerischen Waldbesitzer möglichst gering bleibt. Zur einheitlichen Umsetzung der nationalen Vorgaben im Rahmen des Holzhandels-Sicherungsgesetzes erarbeiten Bund und Länder in den nächsten Monaten eine gemeinsame Verwaltungsvorschrift.

Im Vorgriff darauf empfiehlt das Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten den Waldbesitzern, bereits jetzt formlos zu dokumentieren, wann und wo welches Holz eingeschlagen und an wen es verkauft wurde. Entsprechende Aufzeichnungen, Abrechnungen und Abgabescheine müssen künftig fünf Jahre lang aufbewahrt und bei Kontrollen vorgezeigt werden.

Die Kontrolle für Holz, das in Deutschland eingeschlagen wird, obliegt den nach Landesrecht zuständigen Behörden. In Bayern übernehmen diese Aufgabe die Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten im Rahmen ihrer Forstaufsicht.

red

### Wechsel im DHWR-Präsidium – Rettenmeier für Huth

Am 15. April 2013 wählten die Mitglieder des Deutschen Holzwirtschaftsrates (DHWR) anlässlich ihrer Mitgliederversammlung in Berlin Dr. Josef Rettenmeier zum neuen Vize-Präsidenten. Hubertus Flötotto, Geschäftsführer der Sauerländer Spanplatten GmbH & Co KG, bleibt weiterhin Präsident des DHWR. Der 64-jährige Rettenmeier ist Vorstandssprecher der Rettenmeier Holding AG und bringt viele Jahre Erfahrung aus der Führung von Verbänden der Holzindustrie mit. Er war bis 2010 Präsident des Bundesverbandes Säge- und Holzindustrie Deutschland e.V. und zuletzt Vorstand der Arbeitsgemeinschaft Rohholzverbraucher e.V.

Mit der Übernahme der DHWR-Vize-Präsidentschaft löste Rettenmeier Ullrich Huth nach dessen langjähriger Tätigkeit im Präsidium des DHWR ab. Der ebenfalls 64-jährige Huth ist Holzbauunternehmer aus Alzey und war von 2008 bis 2011 Präsident sowie von 2007 bis 2008 und von 2011 bis 2013 Vizepräsident des DHWR.

DHWR

## Submission Arnstein: Elsbeere für 3.390 €/Fm

Am 13. und 14. März 2013 führten die Bayerischen Staatsforsten in Arnstein die traditionelle Eichen- und Buntlaubwertholz-Submission durch. Auf vier Lagerplätzen wurden 968 Lose (Vorjahr: 1.394) mit 1.138 Festmeter (Vorjahr: 1.619 Fm) Eichen- und Buntlaubwertholz sowie einige Lärchen aus den Wäldern der Bayerischen Staatsforsten angeboten.

Das Angebot der acht beteiligten Forstbetriebe der BaySF bestand aus 1.080 Fm Eiche, 58 Fm sonstigem Laubholz und 19 Fm Lärche. Den Spitzenpreis pro Festmeter dieser Submission erzielte der Stamm einer Elsbeere (1,09 Fm) aus dem Forstbetrieb Ebrach mit 3.390 €/fm. Die teuerste Eiche (3,02 Fm) stammte aus dem Spessart, Forstbetrieb Rothenbuch mit 2.012 €/Fm bzw. 6.076 € für den gesamten Stamm.

Das Eichenwertholz brachte im Durchschnitt 506 €/Fm und liegt damit um 2% über dem Vorjahresergebnis. In den Stärkeklasse 6, 7 und 8 wurden Erlöse von 653, 754 und 686 €/Fm erzielt. Die nur in geringen Mengen angebotenen Bunthölzern erbrachten folgende Durchschnittspreise in €/Fm: Bergahorn 562, Elsbeere 881, Esche 191, Kirsche 237, Linde 252, Roteiche 260, Schwarzerle 171, Spitzahorn 340. Die angebotenen 19 Fm Lärche erzielten durchschnittlich 287 €/Fm.

red

## »Bewährtes Jagdrecht beibehalten«

Jäger, Waldbesitzer und Staatsregierung wollen weiter am bewährten bayerischen Jagdrecht und Reviersystem festhalten. Das haben Staatsminister Helmut Brunner, der Präsident des Bayerischen Jagdverbands, Prof. Jürgen Vocke, und der Präsident des Bayerischen Waldbesitzerverbands, Sepp Spann, in München bei einem Gespräch zu aktuellen jagdpolitischen Fragen bekräftigt.

Man war sich einig, dass der unverzichtbare Beitrag der Jagd zum Erhalt einer vielfältigen und artenreichen Kulturlandschaft nur dann dauerhaft gesichert werden kann, wenn auch künftig eine grundstücksübergreifende Hege und Bejagung des Wildes möglich ist. Vor diesem Hintergrund begrüßte der Minister die vom Bundestag beschlossene Änderung zum Bundesjagdgesetz. Damit werde das Urteil des Europäischen Gerichtshofs für Menschenrechte zur Zwangsmitgliedschaft in Jagdgenossenschaften rasch umgesetzt und vor allem so, dass das in Deutschland und Bayern bewährte Jagd- und Reviersystem nicht gefährdet wird.

Über Anträge, die Jagd auf einzelnen Grundstücken zu untersagen, entscheiden künftig die Landesbehörden nach Anhörung aller Betroffenen. Bei der Abwägung werden laut Brunner die Belange des Gemeinwohls eine entscheidende Rolle spielen.

red

## Gefährlicher Eschenprachtkäfer



Foto: D. Cappaert, Bugwood.org

In den USA und in Kanada richtet der seit 2002 dort beobachtete Asiatische Eschenprachtkäfer (*Agrilus planipennis*) immense Schäden an Eschen an. Um seine Ausbreitung zu verhindern, haben viele Bundesstaaten den Prachtkäfer als Quarantäneschädling eingestuft. Auch in Europa ist der Käfer dabei, sich auszubreiten. 2005 wurden Asiatische Eschenprachtkäfer in Moskau nachgewiesen, wo sie sich im Stadtbereich und in den stadtnahen Wäldern etablieren konnten. Das Institut für Waldschutz des österreichischen Bundesforschungs- und Ausbildungszentrums für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW) hält es durchaus für möglich, dass der Asiatische Eschenprachtkäfer, wenn man die in Amerika festgestellte Ausbreitungsgeschwindigkeit von 100 bis 200 km pro Jahr auch für den europäischen Kontinent annimmt, Österreich bereits 2015 oder 2016 erreichen könnte.

red

Weitere Informationen unter: [www.waldwissen.net](http://www.waldwissen.net)

## »Lebensräume für Wildtiere verbessern«

Landwirtschaftsminister Helmut Brunner hat den bayerischen Jägern tatkräftige Unterstützung bei der Verbesserung der Lebensräume für die Wildtiere zugesagt. Beim Landesjägartag in Memmingen (19. bis 22. April 2013) kündigte der Minister für die anstehende Neugestaltung des Kulturlandschaftsprogramms (KULAP) förderrechtliche Weichenstellungen an, die gezielt auch heimischen Wildarten zugutekommen. So sollen die Landwirte künftig für den Einsatz spezieller Wildsaatmischungen und den Anbau wildtiergerechter Zwischenfrüchte Zuschüsse erhalten. Um zusätzliche Schutz- und Äsungsflächen an den Grenzen zwischen Wald und Feld voranzubringen und die Bejagung des Schwarzwildes zu erleichtern, wird das Landwirtschaftsministerium ein spezielles »Waldrand-KULAP« auflegen. Zudem erwägt der Minister eine Förderung der Stoppelbrache in den Erntemonaten Juli bis Oktober, um Deckungsmöglichkeiten für das Wild erhalten zu können. Darüber hinaus kündigte er an, spezialisierte Beratungskräfte als zentrale Ansprechpartner für alle Fragen der Lebensraumverbesserung einzustellen.

red

## Bergwaldtagung 2013



Foto: M. Friedel

Dunkle Fichtenforste und grauer Granit prägen das Landschaftsbild im Fichtelgebirge.

Unter dem Motto »Berg – Wald – Mensch: Natursport, Forstwirtschaft und Ökologie nachhaltig« veranstaltet die Bayerische Forstverwaltung am 20. und 21. September 2013 zusammen mit dem Deutschen Alpenverein und den Bayerischen Staatsforsten eine gemeinsame Bergwaldtagung. Veranstaltungsort ist der Kurort Bischofsgrün im Herzen des Fichtelgebirges.

Die zum zweiten Mal stattfindende Bergwaldtagung hat die vielfältigen Verflechtungen zwischen Mensch und Natur in dem fränkischen Mittelgebirge zum Thema. Sie will darstellen, wie die Natur das Leben und Wirtschaften der Menschen über Jahrhunderte geprägt und wie umgekehrt der Mensch das Landschaftsbild im Fichtelgebirge beeinflusst hat. Dazu werden vier Exkursionen in die Wälder rund um Ochsenkopf und Schneeberg angeboten, die sich neben forstlichen Themen auch der Waldgeschichte und den vielfältigen touristischen und sportlichen Ansprüchen an den Wald widmen. Friedel

Infos unter <http://www.stmelf.bayern.de/wald/lebensraum-wald>.  
Anmeldeschluss: 28. Juni 2013

## Nächste Ausgabe: Natura 2000 im Wald

Gut 20 Jahre ist es her, dass mit der Richtlinie 92/43/EWG des Rates das europäische Gebietsnetz Natura 2000 ins Leben gerufen wurde. Seit zehn Jahren gibt es in Bayern die ersten Managementpläne für diese Gebiete, inzwischen befinden sich 255 von ihnen in Umsetzung. Verschlechterungsverbot, Erhaltungsziele, Lebensraumtypen und Artenschutz sind nur vier von vielen Vokabeln, die in diesem Umfeld immer wieder benutzt werden. Aber wissen alle, die davon betroffen sind, wirklich was sie beachten müssen, wo sie Informationen bekommen, was ein Managementplan ist und welche Folgen er hat? In einem Schwerpunktheft wollen wir diesen Fragen nachgehen und sie beantworten. Welche forstpolitischen Überlegungen sollte man kennen, welchen Einfluss hat die Managementplanung auf die Bewirtschaftung und wie entsteht überhaupt so ein Managementplan? Nach zehn Jahren gibt es erste Erfahrungen mit der Umsetzung – auch darüber werden wir berichten. Sollte der Waldbesitzer jetzt stolz sein, dass sein Wald es wert war ausgewählt zu werden (wir finden ja!) und was hat er davon?

Sie sehen, es gibt viele spannende Fragen. Wir bemühen uns um gute Antworten. red

## Impressum

**LWF aktuell – Magazin der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft im Zentrum Wald-Forst-Holz Weihenstephan**  
LWF aktuell erscheint sechsmal jährlich zuzüglich Sonderausgaben.  
Erscheinungsdatum der vorliegenden Ausgabe: 8. Mai 2013  
Namentlich gezeichnete Beiträge geben nicht unbedingt die Meinung des Herausgebers wieder.

### Herausgeber:

Olaf Schmidt für die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft und für das Zentrum Wald-Forst-Holz Weihenstephan  
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 1, 85354 Freising  
Telefon: 0 81 61 | 71-4881, Telefax: 0 81 61 | 71-4971  
[www.lwf.bayern.de](http://www.lwf.bayern.de) und [www.forstzentrum.de](http://www.forstzentrum.de), [redaktion@lwf.bayern.de](mailto:redaktion@lwf.bayern.de)

**Chefredakteur:** Michael Mößnang V.i.S.d.P.

**Redaktion:** Michael Mößnang, Anja Hentzschel-Zimmermann, Florian Krüger, Susanne Promberger (Waldforschung aktuell)

**Gestaltung:** Christine Hopf

**Layout:** Grafikstudio 8, Freising

**Bezugspreis:** EUR 5,- zzgl. Versand

für Mitglieder des Zentrums Wald-Forst-Holz Weihenstephan e. V. kostenlos  
Mitgliedsbeiträge: Studenten EUR 10,- / Privatpersonen EUR 30,- /  
Vereine, Verbände, Firmen, Institute EUR 60,-  
ISSN 1435-4098

**Druck und Papier:** PEFC zertifiziert

**Druckerei:** Humbach und Nemazal, Pfaffenhofen

**Auflage:** 2.800 Stück



Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, erwünscht, aber nur nach Rücksprache mit dem Herausgeber (schriftliche Genehmigung). Wir bitten um Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren.

# Ausgezeichnet

Erlesenes aus alten Quellen

## Biomassenutzung anno 1876

Mit der Gründung der Forstlichen Forschungsanstalt in München im Jahr 1881 wurde Professor Ernst Ebermayer (1829–1908) zum Vorstand der bodenkundlich-meteorologischen Abteilung ernannt. In der Forstwissenschaft ist der Name Ebermayer untrennbar mit dem Thema »Streunutzung« verbunden. Ebermayers große Leistung ist es, die Zusammenhänge zwischen der Streunutzung und der Abnahme der Bodenfruchtbarkeit aufgedeckt zu haben. In seinem 1876 erschienenen Werk »Die gesamte Lehre der Waldstreu mit Rücksicht auf die chemische Statik des Waldes« legte er dar, wie sehr die Streunutzung in die Nährstoffkreisläufe eingreift und zwangsläufig zur Bodendegradation führt. Das Problem der Streunutzung war so drängend, dass es nach einer Lösung verlangte. Damals führten nicht zuletzt die Untersuchungen Ebermayers dazu, die Rolle der »Waldabfälle« – des Streufalls, wie wir heute sagen würden – neu zu bewerten und die Übernutzungen einzustellen. In heutiger Zeit beschäftigt uns die gesteigerte Biomassenutzung, die unter anderen Vorzeichen ebenfalls ein Risiko des Verlusts an Nährstoffkapital darstellt.

Ebermayer, E. (1876): Die gesamte Lehre der Waldstreu mit Rücksicht auf die chemische Statik des Waldes

Christian Kölling



Foto: WaldGeschichten. Forst und Jagd in Bayern 811–2011. Ausstellungskatalog Staatliche Archive Bayerns